

## **Kosten der Modellabteilung „Allgemeine Milchbehandlung“**

Von A. Neitzke, E. Krell, A. Biniasch, D. Longuet und H. Wietbrauk

Institut für Betriebswirtschaft und Marktforschung der Lebensmittelverarbeitung

### **1. Einleitung**

Als Beitrag einer Veröffentlichungsreihe (1, 2) über Kosten in ausgewählten Molkereiabteilungen befaßt sich die vorliegende Arbeit mit der Bestimmung der in der Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ in Abhängigkeit von deren Kapazitätsgröße und -auslastung anfallenden Kosten.

Die Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ umfaßt alle Aufgaben und Tätigkeiten, die die Behandlung der Milch von der Rohmilchannahme bis zum Eintritt in das Tanklager für pasteurisierte Milch bzw. die Prozeßtanks anderer Produktionsabteilungen einschließlich der Prozeßsteuerung und der Reinigung betreffen. Sie stellt somit eine wesentliche Erweiterung früherer Modellrechnungen dar (3), in denen lediglich der Betriebsraum, die Chemische Reinigung und in Ansätzen die Prozeßsteuerung – jetzt Unterabteilungen der „Allgemeinen Milchbehandlung“ – kalkuliert wurden.

Neben dieser Ausdehnung der Funktionsinhalte der Abteilung, bei der natürlich der heutige Stand der Technik und die aktuellen bzw. für zukünftige Planungen relevanten Abteilungsgrößen Berücksichtigung finden, wurde eine Erweiterung des Betrachtungsobjekts dahingehend vorgenommen, daß nicht nur, wie bisher, die durchschnittlich in der Abteilung verarbeitete Milchmenge zur Kostenverrechnung herangezogen wird, sondern zusätzlich auch die Kosten verschiedener Produkte abgebildet werden.

Zudem werden die generell für alle Modellabteilungen geltenden methodischen Weiterentwicklungen (1) in die Kalkulation eingebracht. Hierzu zählt beispielsweise die Berücksichtigung des Rohstoffes als Kostenart, die zu einigen methodischen Problemen führte und daher weitere Änderungen in der Vorgehensweise nach sich zog. Als weiteres Beispiel sei angeführt, daß die Kosten jetzt streng verursachungsgerecht – wie im Rahmen einer Deckungsbeitragsrechnung (4) üblich – als Einzelkosten verschiedenen Hierarchiestufen zugerechnet werden, während früher (5) eine besondere Art der Teilkostenrechnung verwandt wurde, bei der jedoch mehr oder weniger willkürliche Proportionalisierungen akzeptiert wurden. Auf eine genauere Darstellung der grundlegenden Änderungen in der Modellrechnung kann an dieser Stelle verzichtet werden, da sie in der ersten Arbeit dieser Veröffentlichungsreihe (1) erfolgt.

Basis der Modellkalkulationen bilden Daten, die in zahlreichen Praxiserhebungen bei Molkereien und Maschinenlieferanten ermittelt wurden. An dieser Stelle sei allen beteiligten Unternehmen für ihre hilfreiche Mitarbeit gedankt.

Nachfolgend werden die eingehenden Daten und Modellannahmen offengelegt. Hierdurch sind die Kalkulationen nachvollziehbar und können auf individuelle Gegebenheiten transponiert werden. Die vorliegende Arbeit bietet daher – zumal, soweit bekannt, keine aktuelle Literatur, die die betriebswirtschaftlichen Aspekte der betrachteten Molkereiabteilung behandelt, vorliegt – der Praxis und der Zulieferindustrie relevante Hilfen für Planungs- und Kontrollzwecke sowie der Wissenschaft fundierte Basisinformationen für weitere Forschungen.

## **2. Abteilungsspezifische Grundlagen**

### **2.1 Inhalt und Abgrenzung**

Die Aufgabe der Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ besteht in der

- Rohmilchannahme und -vorstapelung,
- Reinigung und Entrahmung der Milch,
- Milch- und Rahmerhitzung,
- Lagerung von pasteurisierter Milch,
- Versorgung der übrigen Molkereiabteilungen mit definierten Milchmengen und -qualitäten zu gegebenen Zeiten,
- Reinigung der milchführenden Anlagen und Rohrleitungen, soweit sie die Abteilung betreffen.

Zur „Allgemeinen Milchbehandlung“ zählen nur solche Produktionsprozesse, die für die generelle Bearbeitung der Milch bzw. des Rahms als Zwischenprodukt vor der Endproduktenherstellung oder als Endprodukt vor der Abfüllung nötig sind. Nicht dazu gehören Spezialbehandlungen wie Homogenisierung und Tiefkühlung von Milch (z. B. von Trinkmilch), Thermisierung und Baktofugierung von Milch (z. B. von Käseemilch) und ähnlichen Prozesse; sie sind in den jeweiligen Kalkulationen der Fertigprodukte (z. B. Trinkmilch, H-Milch, Joghurt, Butter, Milchpulver, Käse, Quark u.a.) zu berücksichtigen, auch wenn die entsprechenden Aggregate im Betriebsraum aufgestellt sind.

Aus den genannten Aufgaben lassen sich folgende Unterabteilungen der „Allgemeinen Milchbehandlung“ ableiten:

- Rohmilchannahme,
- Betriebsraum,
- Milchlager,
- Zentrale Chemische Reinigung,
- Zentrale Bedienung.

Die *Rohmilchannahme* umfaßt den Bereich vom Wiegen der Rohmilch bis zu deren Austritt aus dem Rohmilchtank. Hier werden folgende Aufgaben erfüllt:

- Wiegen der eingehenden Rohmilch und Überspielung der Daten zur EDV-Anlage,
- Qualitätskontrolle durch pH-Wert-Bestimmung und Untersuchung der Rohmilch jedes Tanksammelwagens bzw. Anhängers auf Inhaltsstoffe,
- Abpumpen der Rohmilch,
- ggf. Nachkühlung der Rohmilch,
- Vorstapelung der Rohmilch.

Die Innenreinigung der Tanksammelwagen bzw. Anhänger wird ebenfalls zu den Aufgaben der Rohmilchannahme gezählt, während alle mit der Außenreinigung zusammenhängenden Vorgänge nicht zum Aufgabenbereich der „Allgemeinen Milchbehandlung“ gehören, sondern auf Betriebsstättenebene verrechnet werden.

Der *Betriebsraum* beginnt mit dem Eintritt der gelagerten Rohmilch in das Betriebsgebäude und endet mit dem Eintritt der pasteurisierten Milch bzw. des Rahms in das Milchlager oder die Prozeßtanks spezieller Produktionsabteilungen. Zu den Aufgaben dieser Unterabteilung zählen:

- Entrahmung und Reinigung der Rohmilch,
- Pasteurisierung der Milch,
- Zwischenlagerung des Rahms mit Kühlung,
- Erhitzung des Rahms,
- Zentrifugenschlammabeseitigung.

Zum *Milchlager* gehören die Tanks für pasteurisierte Milch einschließlich der damit verbundenen Rohrleitungen und der Ventile. Aufgabe dieser Unterabteilung ist die Lagerung von im Fettgehalt eingestellter pasteurisierter Milch für Produkte, für die entweder keine Prozeßtanks in den jeweiligen Produktionsabteilungen verfügbar sind oder für die Milch nur in kleinen Chargen zur weiteren Aufbereitung abgerufen wird. Prozeßtanks anderer Produktionsabteilungen gehören nicht zur „Allgemeinen Milchbehandlung“.

Die *Zentrale Chemische Reinigung* übt eine Hilfsfunktion für die anderen Unterabteilungen aus, wobei für die verschiedenen Reinigungsaufgaben in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ unterschiedliche Reinigungsprogramme ablaufen.

Die *Zentrale Bedienung* ist den übrigen Unterabteilungen übergeordnet. In ihr erfolgt die Steuerung und Überwachung der Abläufe in der „Allgemeinen Milchbehandlung“. Zudem werden die Kontrollgänge des Maschinenführers in den übrigen Unterabteilungen zum Aufgabenbereich der Zentralen Bedienung gezählt.

## 2.2 Produktionsprogramm

In der „Allgemeinen Milchbehandlung“ wird eine Anzahl von Zwischen- und Endprodukten hergestellt, die sich in Zusammensetzung, technologischer Behandlung und Fließwegen in der Abteilung unterscheiden. Die sich daraus ableitenden Unterschiede bei den Faktormengenverbräuchen und letztendlich zu erwartende Kostenunterschiede lassen es sinnvoll erscheinen, die Kosten nicht, wie in früheren Kalkulationen (3), nur auf den Output insgesamt zu verrechnen, sondern diesen gemäß der Kostenverursachung zu untergliedern. Es wurden daher Produktgruppen gebildet, in denen jeweils Produkte gleicher bzw. ähnlicher technologischer Behandlung und Fließwege und damit auch im wesentlichen gleicher Kostenverursachung, aber durchaus unterschiedlicher Qualitäten, zusammengefaßt werden.

Ausgehend vom Rohstoff Rohmilch, ist aufgrund verschiedener Fließwege in der Betriebsgruppe (6, S. 7ff) zunächst zwischen *Rahm* und im Fettgehalt *eingestellter Milch* zu unterscheiden (vgl. *Abbildung 1*), wobei der Rahm nach Zwischenlagerung und Erhitzung in die Butterei oder andere rahmverarbeitende Produktionsabteilungen geleitet wird<sup>1</sup>.

Die Milch ihrerseits nimmt zwei Wege: Eine Teilmenge fließt in das abteilungsinterne Milchlager, während der Rest direkt in die Prozeßtanks anderer Produktionsabteilungen läuft, woraus sich Unterschiede hinsichtlich des für die „Allgemeine Milchbehandlung“ relevanten Investitionsgüterbedarfs und auch der Faktormengenverbräuche ableiten und daher eine unterschiedliche Kostenverursachung gegeben ist. Dementsprechend wird die eingestellte Milch begrifflich und kostenkalkulatorisch in *Lagermilch*, d.h. Milch, die in das abteilungsinterne Milchlager fließt und dort zum Abruf für andere Produktionsabteilungen gelagert wird, und *Verarbeitungsmilch*, die direkt den Prozeßtanks anderer Abteilungen zugeführt wird, aufgegliedert.

Die Summe aus der die „Allgemeine Milchbehandlung“ verlassenden Lager- und Verarbeitungsmilch- sowie Rahmmengen wird als Abteilungs-Output bezeichnet. Er ist um die in der Abteilung auftretenden Milchverluste geringer als der Rohmilcheingang.

<sup>1</sup>Auf eine Aufgliederung des Rahms in „Verarbeitungs“-Rahm, der direkt in andere Produktionsabteilungen fließt und „Lager“-Rahm, der in ein abteilungsinternes Rahmlager geleitet wird (z.B. Verkaufsrahm), wird in der vorliegenden Arbeit verzichtet, um die Modellkalkulationen nicht zu sehr zu komplizieren. Die „Lager“-Rahmmengen sind hier wegen der gleichen Fließwege in der Lagermilch enthalten.

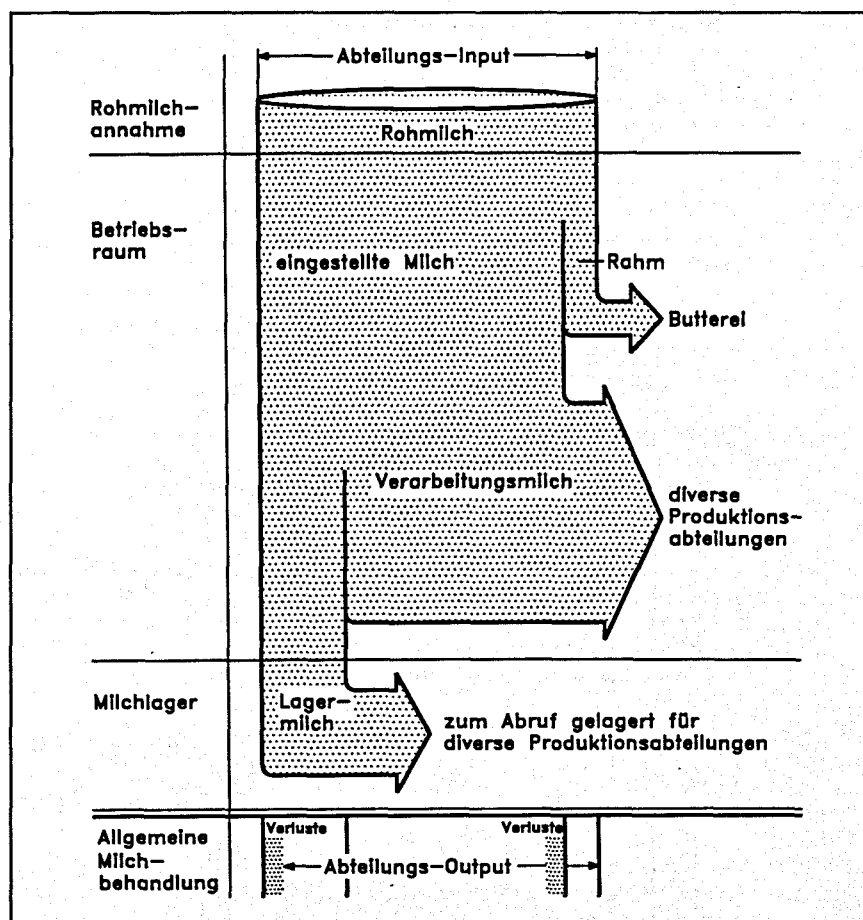


Abb. 1: Milchsorten in der „Allgemeinen Milchbehandlung“

Zur Festlegung der mengenmäßigen Anteile der einzelnen Produktgruppen am Abteilungs-Output wurden für die Modellkalkulation die durchschnittlichen Mengenstrukturen der Bundesrepublik unterstellt, wie sie sich in Anlehnung an die Molkereistatistik für das Jahr 1988 (7) größenordnungsmäßig ableiten lassen (vgl. *Tabelle 1*). Demnach hat die Verarbeitungsmilch einen Anteil von 59% am Abteilungs-Output, der Lagermilchanteil beträgt 35%, und die verbleibenden 6% entfallen auf den Rahm. Ausgehend von einer Rohmilch mit 3,90% Fett und durchschnittlichen Fettgehalten von 1,40 bzw. 2,70% bei Verarbeitungs- bzw. Lagermilch, errechnet sich der durchschnittliche Fettgehalt des Rahms. Der resultierende Fettgehalt des Abteilungs-Outputs liegt im Vergleich zu dem der eingesetzten Rohmilch um ein Hundertstel Prozentpunkt höher, was damit zu erklären ist, daß die Fettverluste in der Abteilung geringer sind als die Nicht-Fett-Verluste. Dies ist darauf zurückzuführen, daß modellhaft unterstellt wird, daß keine Rahmverluste anfallen.



Tab. 1: Mengenanteile und Fettgehalte der Produktgruppen

	Mengenanteil (%)	Ø Fettgehalt (%)
Verarbeitungsmilch	59	1,40
Lagermilch	35	2,70
Rahm	6	35,65 <sup>1)</sup>
Abteilungs-Output	100	3,91

<sup>1)</sup> Der Fettgehalt des Rahms schwankt von Modell zu Modell leicht aufgrund geringfügiger Unterschiede bei den Fettverlusten. Er wird hier beispielhaft für Modell 1 angegeben.

## 2.3 Modellbildung

Ausgehend von dem Ziel, die Kostenverläufe in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ modellhaft in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und dem Beschäftigungsgrad abzubilden, müssen die entsprechenden Voraussetzungen definiert werden. Im folgenden werden daher zunächst die Modellkapazitäten abgeleitet und daran anschließend die unterstellten Beschäftigungsvariationen aufgezeigt und erläutert.

### 2.3.1 Kapazitätsgrößen

Maß für die Kapazität einer Abteilung ist die maximal verarbeitbare Milchmenge pro Jahr. Bei kontinuierlichem Produktionsprozeß wird sie bestimmt durch (5)

1. die Stundenleistung des Engpaßfaktors,
2. die Anzahl der Engpaßfaktoren,
3. die nutzbare Laufzeit pro Tag und
4. die Produktionstage pro Jahr.

Den Engpaßfaktor der „Allgemeinen Milchbehandlung“ stellt aufgrund der hohen Investitionsbeträge der Separator dar. Kapazitätsausweitungen bis zu einer Verarbeitung von 35.000 kg Milch je Stunde (als Stundenleistung der größten Separatoren) können mutativ, also durch Variation der Größe der Separatoren, erfolgen, wobei als untere Grenze eine Stundenleistung von 15.000 kg Milch angenommen wird. Sollen über die maximale Stundenleistung eines Separators hinaus noch größere Kapazitäten installiert werden, ist dies zwangsläufig nur multipel, d.h. über eine Erhöhung der Separatorenzahl, zu erreichen.

Um ein Spektrum heute bereits realisierter, aber auch für zukünftige Planungen relevanter Kapazitätsgrößen in den Modellkalkulationen darstellen zu können, wurden – ausgehend von der Leistung des Engpaßfaktors – folgende sechs Modelle gebildet:

Modell 1: 1 x 15.000 kg/h

Modell 2: 1 x 25.000 kg/h

Modell 3: 1 x 35.000 kg/h

Modell 4: 2 x 35.000 kg/h (70.000 kg/h)

Modell 5: 4 x 35.000 kg/h (140.000 kg/h)

Modell 6: 6 x 35.000 kg/h (210.000 kg/h)

Durch die Modelle 1–5 soll dabei ein gängiger Teilbereich derzeitiger bundesdeutscher Produktionsstrukturen abgebildet werden, während die in Modell 6 ausgewiesenen Kapazitäten so gewählt sind, daß mit diesem Modell der Kostenverlauf jenseits zur Zeit realisierter Betriebsstättengrößen abgebildet werden kann.

Um die in diesen Modellen jeweils im Betriebsraum verarbeitbaren Tagesmilchmengen ermitteln zu können, muß die maximal mögliche Laufzeit der Separatoren im

Zusammenspiel mit der gesamten Verarbeitungslinie festgelegt werden. Sie wird folgendermaßen definiert:

24 h/Tag Gesamtbetriebszeit
– 2,5 h/Tag Anfahr- und Reinigungszeit
<u>21,5 h/Tag produktive Laufzeit</u>

Die Anfahr- und Reinigungszeit setzt sich zusammen aus:

0,41 h/Tag für Anfahren
(25 min/Tag) als tagesfixe Zeit
0,41 h/Tag für Zwischenreinigung
(25 min/Tag nach spätestens 15 h Laufzeit/Tag) als chargenfixe Zeit
1,67 h/Tag für Endreinigung
(1 h 40 min/Tag) als tagesfixe Zeit

Obwohl bei der Zwischenreinigung lediglich der Erhitzer und nicht der Separator zu reinigen ist, muß die hierfür benötigte Zeit zur Ermittlung der maximalen Laufzeit des Separators von der Gesamtzeit abgezogen werden. Der Grund hierfür liegt darin, daß der Separator während der Zwischenreinigung abgeschaltet werden muß, weil eine Produktionsverbundenheit zwischen Erhitzer und Separator besteht. Wollte man den Verarbeitungsstop wegen der Zwischenreinigung vermeiden, müßte für diesen Fall ein zweiter Erhitzer installiert werden. Es liegt auf der Hand, daß dies aus kostenwirtschaftlichen Gründen unsinnig wäre.

Bei einer Laufzeit der Separatoren von 21,5 h/Tag können in den Modellen folgende Rohmilchmengen je Tag im Betriebsraum verarbeitet werden:

Modell 1:	322.500 kg Rohmilch/Tag,
Modell 2:	537.500 kg Rohmilch/Tag,
Modell 3:	752.500 kg Rohmilch/Tag,
Modell 4:	1.505.000 kg Rohmilch/Tag,
Modell 5:	3.010.000 kg Rohmilch/Tag,
Modell 6:	4.515.000 kg Rohmilch/Tag.

Zur Ermittlung der maximal verarbeitbaren Jahresmilchmengen ist zu unterstellen, daß die Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ an sieben Tagen in der Woche arbeitet, da auch bei zweitägiger Milcherfassung bei den Landwirten täglich Milch zur Verarbeitung in der Molkerei anfällt<sup>2</sup>.

Bei 365 Produktionstagen/Jahr und 21,5 h Laufzeit der Separatoren pro Tag, also einer 100%igen Kapazitätsauslastung, betragen der maximale Rohstoffdurchsatz im Betriebsraum und somit die Kapazitäten der Modelle folglich

im Modell 1:	117,7 Mio. kg Rohmilch/Jahr,
im Modell 2:	196,2 Mio. kg Rohmilch/Jahr,
im Modell 3:	274,7 Mio. kg Rohmilch/Jahr,
im Modell 4:	549,3 Mio. kg Rohmilch/Jahr,
im Modell 5:	1.098,7 Mio. kg Rohmilch/Jahr,
im Modell 6:	1.648,0 Mio. kg Rohmilch/Jahr.

Ausgehend von diesen im Betriebsraum verarbeiteten Rohmilchmengen, müssen auch die Durchsatzmengen der übrigen Unterabteilungen der „Allgemeinen Milchbe-

<sup>2</sup>Zudem sind Abholintervalle von mehr als einem Tag weder qualitätsfördernd noch kostenwirtschaftlich begründet, da die Erfassungskosten inkl. der Kosten für Milchstapelung und -kühlung im landwirtschaftlichen Betrieb in der Bundesrepublik bei zwei- und dreitägiger Abholung höher sind als bei täglicher Rohmilchsammlung (8).

handlung“ ermittelt werden. Diese sind prinzipiell gemäß der in *Abbildung 2* dargestellten Zusammenhänge zu bestimmen.

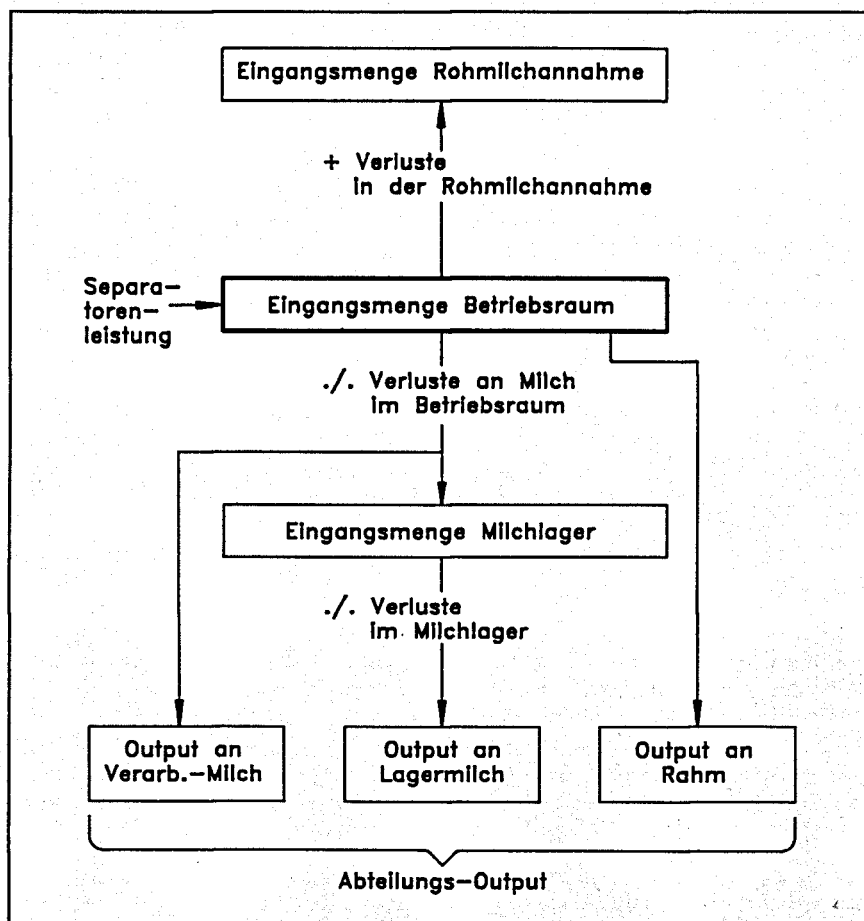


Abb. 2: Schema zur Berechnung der Durchsatzmengen in den Unterabteilungen

Die Eingangsmenge der Rohmilchannahme ist um die in dieser Unterabteilung auftretenden Verluste größer als die des Betriebsraums. Im Betriebsraum wird die Rohmilch in Rahm und eingestellte Milch getrennt. Ersterer fließt ohne Verluste (vgl. Kap. 3.2.4) in andere Produktionsabteilungen und entspricht somit der Outputmenge der „Allgemeinen Milchbehandlung“ an Rahm. Die verbleibende Milchmenge muß um die im Betriebsraum auftretenden Milchverluste verringert werden, um die den Betriebsraum verlassende Menge an eingestellter Milch zu ermitteln. Ein Teil davon fließt als Verarbeitungsmilch in andere Produktionsabteilungen (= Output an Verarbeitungsmilch), der Rest wird in das abteilungsinterne Milchlager geleitet (= Eingangsmenge Milchlager). Diese Menge, um die Verluste im Milchlager reduziert, ergibt den Output der „Allgemeinen Milchbehandlung“ an Lagermilch.

### 2.3.2 Beschäftigungsvariation

Eine Kapazitätsauslastung des Betriebsraums von 100%, wie oben definiert, ist – läßt man Rohstoffzukäufe unberücksichtigt – realiter kaum zu erreichen. Allein aufgrund saisonaler Schwankungen bei der Rohmilchanlieferung treten Minderauslastungen auf. So wurde ermittelt, daß bereits geringe Monatsschwankungen von 1:1,2 (z. B. in Bayern) die Auslastung der Betriebsgruppe auf 93% senken, hohe Schwankungen von beispielsweise 1:1,6 (wie in Schleswig-Holstein) verringern sie sogar auf 85% (9). Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Gründe, wie z. B. Arbeitszeitprobleme der Betriebsstätte oder die zeitliche Abstimmung der „Allgemeinen Milchbehandlung“ mit anderen Abteilungen, die in der Praxis zu erheblich niedrigeren Kapazitätsauslastungen führen können. Folglich erscheint es notwendig, den Auslastungsgrad zur Analyse seines Einflusses auf die Modellkosten zu variieren.

Wird eine Kapazitätsauslastung von beispielsweise 50% unterstellt, bedeutet dies, daß sich die Laufzeit des Separators und somit auch die Durchsatzmenge im Betriebsraum im Vergleich zur 100%igen Auslastung um die Hälfte reduziert. Der Output der Abteilung jedoch beträgt aufgrund tagesfixer Verluste im Betriebsraum und im Milchlager weniger als 50% des Outputs bei 100% Auslastung.

Da es aber vorrangig interessiert, wie die Kosten verlaufen, wenn sich die Outputmenge in bestimmtem Umfang verändert, wird in der vorliegenden Arbeit zwischen Kapazitätsauslastung und Beschäftigung unterschieden (vgl. 1). Erstere bezieht sich als technische Größe auf die Durchsatzmengen des Engpaßfaktors, während letztere als kaufmännische Größe den Output der Abteilung als Bezug hat.

Als 100%ige Beschäftigung wird die Produktmenge definiert, die die „Allgemeine Milchbehandlung“ bei maximaler Laufzeit der Separatoren (= 21,5 h/Tag) und 365 Produktionstagen verläßt. Sie ist also gleichzusetzen mit der 100%igen Kapazitätsauslastung. Eine 50%ige Beschäftigung bedeutet dann, daß sich der Abteilungs-Output im Vergleich zur 100%igen Beschäftigung genau um die Hälfte verringert, während die Kapazitätsauslastung im Betriebsraum, bedingt durch tagesfixe Verluste, etwas über 50% liegen muß, sofern sich die Anzahl der Produktionstage nicht verändert.

Die in den Kalkulationen berücksichtigten Beschäftigungsgrade leiten sich aus der Betrachtung der Arbeitszeiten in der Betriebsstätte ab. Ausgangspunkt ist dabei jeweils die Arbeitsdauer im 3-, 2- und 1-Schicht-Betrieb. Eine 100%ige Beschäftigung entspricht der Arbeitsdauer im 3-Schicht-Betrieb, bei einer Beschäftigung von 65% beginnt der 2-Schicht-Betrieb, in dem bei Beschäftigungen zwischen 37% und 28% eine Sonderform, der sogenannte erweiterte 1-Schicht-Betrieb (vgl. 1), gefahren wird. Ab einer 28%igen Beschäftigung wird dann im 1-Schicht-Betrieb gearbeitet.

Um zusätzliche Informationen zu erhalten, die einer genaueren Darstellung des Kostenverlaufs in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad dienen, wurden zudem Beschäftigungsvariationen von 80%, 50%, 23% und 18% betrachtet. Die Abstände zwischen den einzelnen Werten werden mit sinkendem Beschäftigungsgrad geringer, da, wie Erfahrungswerte belegen, die Grenzkosten mit sinkendem Beschäftigungsgrad steigen.

### 2.4 Technische Voraussetzungen

Im folgenden werden die grundsätzlichen technischen Auslegungen beschrieben, die modellunabhängig gelten. Die ausgewiesenen Daten basieren im wesentlichen auf Erhebungen im Molkereisektor, Informationen von Anlagenbauern und Maschinenlieferanten, Auskünften des Instituts für Verfahrenstechnik der Bundesanstalt für Milchforschung und eigenen Erfahrungswerten. Um den Umfang dieses Beitrags möglichst

gering zu halten, erfolgt die Darstellung der technischen Voraussetzungen – sofern kein Erklärungsbedarf besteht – stichwortartig.

#### 2.4.1 Rohmilchannahme

Die Unterabteilung Rohmilchannahme ist funktionell in drei Teilbereiche zu untergliedern: die Rohmilchannahme im eigentlichen Sinne, die CIP-Reinigung der Tanksammelwagen (TSW) und das Rohmilchlager.

In der Rohmilchannahme i.e.S. wird die Menge der angelieferten Milch über Gewichtsbestimmung mit einer Brückenwaage (10, S. 60) ermittelt. Die Brückenwaage ist mit der zentralen EDV-Anlage verbunden; die Datenübertragung erfolgt automatisch mit dem Wiegen.

Eine Annahmestation besteht aus einer Zapfsäule mit zwei Schläuchen, hinter der zwei Rohmilchpumpen und ein Doppelrohrmilchkühler installiert sind, so daß eine *durchgängige Trennung von Rohmilch verschiedener Qualitäten vom Abpumpen aus den TSW über die Kühlung bis hin zum Rohmilchlager gewährleistet* werden kann. Generell werden nachstehende technische Daten unterstellt:

– Annahmetage pro Woche:	7 Tage
– Dauer der Milchannahme pro Tag:	wie Betriebsraum
– Rohmilchmenge je TSW bzw. je Anhänger:	10.000 kg
– Temperatur der ankommenden Rohmilch:	ø 6,5°C
– Temperatur der nachgekühlten Rohmilch:	5,0°C
– Leistung einer Brückenwaage:	15 TSW/h
– Leistung einer Zapfsäule (2 Schläuche):	3 TSW/h
– Leistung einer Rohmilchpumpe:	25.000 kg/h
– Leistung eines Doppelrohrmilchkühlers:	2 x 25.000 kg/h

Für die *Innenreinigung der Tanksammelwagen* sind in einer gesonderten Reinigungshalle Reinigungsstationen vorgesehen. Da die Entleerung und die Reinigung eines TSWs ungefähr gleich lange dauern, müssen ebensoviele Reinigungs- wie Annahmestationen vorhanden sein, um Wartezeiten bei der Reinigung zu vermeiden. Jede Reinigungsstation besteht aus zwei Reinigungsvorrichtungen, so daß beide Rohmilchkammern<sup>3</sup> eines TSWs gleichzeitig gereinigt werden können.

Die Reinigung der TSW läuft in folgenden Schritten ab:

1. Vorspülen mit Spülwasser
2. Reinigen mit 1,0%iger Ätznatronlauge (11, S. 306), 75°C
3. Nachspülen mit Frischwasser.

Die Lauge (die im Vergleich zu der in der Zentralen Chemischen Reinigung verwendeten geringer konzentriert ist) wird in einem isolierten Tank gelagert und 14-tägig erneuert. Zwei weitere Wassertanks sind aus Kunststoff. Das einmal benutzte Frischwasser wird zum Vorspülen der TSW (12, S. 1550) verwendet. Alle Reinigungsstationen können gleichzeitig in Betrieb sein. Das Reinigungsprogramm wird vom TSW-Fahrer am Reinigungsplatz gestartet.

Es bleibt anzumerken, daß diese TSW-Reinigungsanlage ein in sich geschlossenes, dezentrales System darstellt, das weder technisch mit der Zentralen Chemischen Reinigung verbunden ist noch kostenkalkulatorisch zu jener gerechnet wird.

<sup>3</sup>Die Reinigung der dritten (Rückgabemilch-)Kammer der TSW ist nicht zu den Aufgaben der „Allgemeinen Milchbehandlung“ zu zählen und wird daher in der vorliegenden Arbeit kostenkalkulatorisch nicht berücksichtigt.

Zur Ausgestaltung des Rohmilchlagers<sup>4</sup> wurden grundsätzlich, für alle Modelle geltend, folgende Voraussetzungen unterstellt:

- Die Rohmilchtanks sind isoliert und stehen auf einer Betonplatte montiert im Freien.
- Die kleinsten noch im Freien installierten Tanks haben ein Fassungsvermögen von 10.000 l. Daher ist dies die Mindesttankgröße im Rohmilchlager.
- Die maximale Tankgröße leitet sich aus den heutigen bundesdeutschen Gegebenheiten in der Milchwirtschaft ab. Obwohl in anderen Industriezweigen bzw. teilweise in anderen Ländern durchaus schon wesentlich größere Tanks aufgestellt werden, wurden für die vorliegende Arbeit 200.000 l-Tanks als maximale Tankgröße vorgeesehen.
- Es werden mindestens drei Tanks benötigt, um eine Sortierung der Rohmilch gewährleisten zu können.
- Das Mindestfassungsvermögen des Rohmilchlagers muß so groß sein, daß 30% der täglichen Rohmilchanlieferung übergestapelt werden können.
- Nach jeder Befüllung und Entleerung eines Tanks erfolgt eine Reinigung.

Ausgehend von diesen Prämissen, galt es, die tatsächliche Ausgestaltung des Rohmilchlagers, d.h. Anzahl und Größe der Tanks, zu bestimmen, wobei das Lager aus kostenwirtschaftlicher Sicht optimal sein sollte.

Es wurde daher eine Optimierungsrechnung durchgeführt, deren Ziel es ist, die Kosten für das Rohmilchlager pro Jahr durch Variation der Lagerkapazität zu minimieren. Das dabei verfolgte Prinzip beruht auf der Tatsache, daß sich in Abhängigkeit von der Lagerkapazität verschiedene Kostenpositionen, nämlich die Kosten durch Rohmilchverluste und die Reinigungskosten einerseits sowie die kalkulatorischen Anlagekosten andererseits, gegenläufig verändern. Am Beispiel des Modells 1 sollen die Zusammenhänge und die Vorgehensweise für die Optimierungsrechnung erläutert werden (Tabelle 2).

Zur Optimierung wurde eine Simulationsrechnung durchgeführt, bei der lediglich die Tankgröße als Variable verändert wurde, während die zweite das Fassungsvermögen bestimmende Komponente, die Anzahl der Tanks, konstant gehalten wurde. Grund hierfür ist, daß durch die Erhöhung der Anzahl kleinerer Tanks höhere Kosten entstehen als durch die Erweiterung der Lagerkapazität über die Tankgröße.

Es wurde unterstellt, daß jeder Tank nur zu 80% gefüllt ist. Soll die Anzahl der Füllungen je Tank bzw. der durchschnittlichen Tankfüllungen je Tag, die unmittelbaren Einfluß auf die Rohstoff- und die Reinigungskosten haben, ermittelt werden, muß daher das Fassungsvermögen bei 80% Füllstand (Zeile 3) die Bezugsgröße für die Berechnung sein. Die in der Tabelle 2 ausgewiesenen durchschnittlichen Tankfüllungen/Tag (Zeile 5) sind Jahresdurchschnittswerte. Daher können sie in die Optimierung mit einer Nachkommastelle eingehen, obwohl an jedem einzelnen Tag nur eine natürliche Zahl von Tankfüllungen möglich ist.

Die Kosten durch Rohstoffverluste/Jahr (Zeile 9) werden bestimmt von:

- den Verlusten je Tankfüllung und
- der Anzahl der Tankfüllungen/Jahr.

<sup>4</sup>Obwohl ein gemeinsames Lager für Roh- und Lagermilch den Vorteil einer höheren Flexibilität hätte und zudem die Anzahl der dann insgesamt benötigten Tanks hätte reduziert werden können, wurden zwei Läger – eins ausschließlich für Rohmilch und eins ausschließlich für Lagermilch – unterstellt. Der wesentliche Grund hierfür ist, daß bei einer Zusammenlegung beider Läger der technische und ökonomische Aufwand für Ventilknoten und deren Steuerung so extrem hoch würde, daß die Vorteile durch die Einsparung von Tanks verloren gingen.

Tab. 2: Beispiel zur Optimierung der Rohmilchlagerkapazität bei 100%iger Beschäftigung – Modell 1: Rohmilchanlieferung: 322.929 kg/Tag

Variante Optimierungsparameter	A 3 Tanks à 40 Tsd.l	B 3 Tanks à 50 Tsd.l	C 3 Tanks à 75 Tsd.l	D 3 Tanks à 100 Tsd.l	E 3 Tanks à 125 Tsd.l	F 3 Tanks à 150 Tsd.l
1. Fassungsvermögen (kg)	123.600	154.500	231.750	309.000	386.250	463.500
2. Lagerkapazität (%)	38	48	72	96	120	144
3. Fassungsvermögen bei 80 % Füllstand (kg)	98.880	123.600	185.400	247.200	309.000	370.800
4. ø Füllungen/Tank	3,3	2,6	1,7	1,3	1,0	0,9
5. ø Tankfüllungen /Tag	9,8	7,8	5,2	3,9	3,1	2,6
6. Rohstoffverluste/Tank- füllung (kg)	12	13	15	18	20	22
7. Rohstoffverluste/Tag (kg)	118	102	78	71	63	57
8. Verluste/1.000 kg Roh- milch (kg)	0,3641	0,3155	0,2427	0,2184	0,1942	0,1780
9. Kosten d. Rohstoffverluste (DM/Jahr)	26.714	23.152	17.809	16.028	14.247	13.060
10. Reinigungsk. (DM/Befüllung)	16	17	19	20	21	23
11. Reinigungskosten (DM/Jahr)	56.614	48.993	35.029	27.990	24.247	21.698
12. Kalk. Anlagek.* (DM/Jahr)	20.503	23.740	31.654	39.567	46.761	53.955
13. Kosten insgesamt (DM/Jahr)	103.831	95.885	84.492	83.585	85.255	88.713

\* nur für Tanks und deren Montage.

Erstere (Zeile 6) steigen mit zunehmender Tankgröße unterproportional. Sie liegen bei einem 40.000er Tank beispielsweise bei 12 kg (= 0,30 kg/1.000 l Tankvolumen), bei einem 150.000er Tank bei 22 kg, was einem Verlust von 0,15 kg/1.000 l Tankvolumen entspricht. Es bedarf keiner Erläuterung, daß die Anzahl der Tankfüllungen mit zunehmender Tankgröße sinkt, so daß auch die *Kosten durch Rohstoffverluste mit steigender Tankgröße abnehmen*.

Auch die *Reinigungskosten* (Zeile 11) im Rohmilchlager *sinken mit steigender Tankgröße*. Dies beruht auf den gleichen Effekten wie bei den Kosten durch Rohstoffverluste. Die nach jeder Befüllung und Entleerung erforderliche Tankreinigung verursacht zwar mit steigender Tankgröße höhere Kosten (Zeile 10), jedoch sind auch diese Kostensteigerungen unterproportional.

Die *kalkulatorischen Anlagekosten* (Zeile 12) hingegen *steigen mit zunehmender Tankgröße*. Es ist anzumerken, daß sich die in Tabelle 2 ausgewiesenen kalkulatorischen Anlagekosten lediglich auf die Investitionsbeträge für die Tanks und deren Montagekosten beziehen. Dies ist eine Vereinfachung, da andere Anlagegüter, die im Rohmilchlager eingesetzt werden, wie z. B. Ventile, Meß- und Regeltechnik etc., bei der Optimierung nicht berücksichtigt werden. Dennoch ist diese Vorgehensweise ausreichend, da, solange die Anzahl der Tanks konstant gehalten wird, die Tankgröße als einzige Variable zu Kostenänderungen führt, während die übrigen Investitionsbeträge unverändert bleiben. Erhöht sich die Tankzahl, nehmen beispielsweise die Anlagekosten für Ventile u.ä. mit jedem weiteren Tank überproportional zu, so daß sich für die kalkulatorischen Anlagekosten ein verstärkender Effekt mit demselben Vorzeichen ergibt wie bei der vereinfachten Betrachtung. Auch so ist aber sichergestellt, daß bei der Optimierung die Anzahl der Tanks minimal bleibt.

Vergleicht man die Gesamtkosten der verschiedenen Varianten, ergibt sich, daß Konstellation D, also 3 Tanks à 100.000 l Fassungsvermögen, die kostengünstigste Lagerkonfiguration darstellt. Bis zu diesem Optimum sinken die Gesamtkosten mit steigender Tankgröße, was darauf hindeutet, daß in diesem Bereich die Kostendegression bei Rohstoffverlusten und Reinigung stärker zum Tragen kommt als der Anstieg der kalkulatorischen Anlagekosten. Bei noch größeren Tanks nehmen die Gesamtkosten wieder zu, da dann die Steigerung der Anlagekosten höher ist als die zusätzliche Kosteneinsparung bei Rohstoffverlusten und Reinigung.

Ausgehend von der bei 100% Beschäftigung kostengünstigsten Lagerkonfiguration, stellt sich die Frage, ob sie bei Beschäftigungsvariationen die günstigste Variante bleibt oder ob es sinnvoller wäre, die Lagerkapazität den dann kleineren einzulagernden Rohmilchmengen anzupassen.

Zur Überprüfung dieser Fragestellung wurde wiederum die vorstehend beschriebene Optimierungsrechnung durchgeführt. In Tabelle 3 werden als Beispiel hierfür die Kosten verschiedener Lagerkonfigurationen für Modell 1 bei 28%iger Beschäftigung dargestellt. Die maximale Lagergröße, nämlich 3 Tanks à 100.000 l, leitet sich aus dem Ergebnis der Optimierung des Rohmilchlagers bei 100%iger Beschäftigung ab. Für dieses Lager werden zunächst die Gesamtkosten – allerdings jetzt auf die Rohmilchmenge bei 28%iger Beschäftigung bezogen – ermittelt. Sie sind im Vergleich zur 100%igen Beschäftigung geringer, da die Rohstoffverlust- und Reinigungskosten wegen der Verringerung der Tankbefüllungen/Tag aufgrund der geringeren Milchmenge sinken. Ein Vergleich dieser Gesamtkosten mit jenen von Lagern mit kleineren Tanks macht jedoch deutlich, daß bei einer deutlich gesunkenen Beschäftigung durch Anpassung der Tankgröße die Kosten des Rohmilchlagers noch weiter gesenkt werden können.

Im Beispiel ist die Variante C, also 3 Tanks à 40.000 l Fassungsvermögen die kostengünstigste Lagerkonfiguration. Ihre Kosten liegen jedoch nur um 100 DM unter



Tab. 3: Beispiel zur Optimierung der Rohmilchlagerkapazität bei 28%iger Beschäftigung – Modell 1: Rohmilchanlieferung: 90.630 kg/Tag

Variation	Kostenminimum bei 100 % Beschäft.	A	B	C	D	E
	3 Tanks à 100 Tsd.l	3 Tanks à 75 Tsd.l	3 Tanks à 50 Tsd.l	3 Tanks à 40 Tsd.l	3 Tanks à 30 Tsd.l	3 Tanks à 20 Tsd.l
1. Fassungsvermögen (kg)	309.000	231.750	154.500	123.600	92.700	61.800
2. Lagerkapazität (%)	341	256	170	136	102,3	68,2
3. Fassungsvermögen bei 80 % Füllstand (kg)	247.200	185.400	123.600	98.880	74.160	49.440
4. ø Füllungen/Tank	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,8
5. ø Tankfüllungen/Tag	1,1	1,5	2,2	2,7	3,7	5,5
6. Rohstoffverluste/Tank- füllung (kg)	18	15	13	12	11	9
7. Rohstoffverluste/Tag (kg)	20	22	29	33	40	49
8. Verluste/1.000 kg Roh- milch (kg)	0,2184	0,2427	0,3155	0,3641	0,4450	0,5461
9. Kosten d. Rohstoffverluste (DM/Jahr)	4.498	4.998	6.498	7.497	9.163	11.246
10. Reinigungsk. (DM/Befüllung)	20	18	17	16	15	12
11. Reinigungskosten (DM/Jahr)	7.855	9.831	13.750	15.889	19.877	24.727
12. Kalk. Anlagek.* (DM/Jahr)	39.567	31.654	23.740	20.503	16.906	14.388
13. Kosten insgesamt (DM/Jahr)	51.921	46.483	43.988	43.889	45.946	50.360

denen der Variante B, die 3 Tanks à 50.000 l simuliert. Bei derart geringen Kostenunterschieden ist es durchaus zu überlegen, ob nicht dem größeren Lager wegen der dort höheren Flexibilität der Vorzug zu geben sei. Da in der vorliegenden Arbeit jedoch minimale Kosten das Auswahlkriterium darstellen, bildet Variante C die optimale Rohmilchlagergröße im Modell 1 bei 28%iger Beschäftigung.

#### 2.4.2 Betriebsraum

Die Entrahmung der Milch erfolgt im Warmmilch-Verfahren (6, S. 7ff). Hierzu werden Separatoren mit selbstentleerender Trommel eingesetzt. Nach der Entrahmung fließt die standardisierte Milch zur Pasteurisierung in den angepaßten Milcherhitzer und nach anschließender Kühlung in das abteilungsinterne Milchlager bzw. die Prozeßtanks anderer Produktionsabteilungen.

Der Rahm wird zur Zwischenlagerung vor der Erhitzung (10, S. 195) mit Wasser und Eiswasser gekühlt<sup>5</sup>. Das erwärmte Kühlwasser wird als Brauchwasser für Raumreinigungszwecke verwendet. Zur Zwischenlagerung des Rahms werden grundsätzlich zwei Tanks benötigt, um auch bei der Reinigung des einen Tanks weiter entrahmen zu können.

Darüber hinaus gelten für die Milchbehandlung folgende technische Voraussetzungen:

- Temperatur der Rohmilch bei Eintritt in den Betriebsraum:	5°C
- Temperatur der Rohmilch nach Wärmeaustausch vor der Zentrifuge:	50°C
- Temperatur der Milch bei der Kurzzeiterhitzung (13):	73°C
- Heißhaltezeit der Milch (13):	18 sec
- Wärmerückgewinnung bei Wasser:	94%
bei Milch:	93%

Daraus errechnen sich nachstehende Werte:

- Temperatur der Milch nach Wärmeaustausch nach dem Milcherhitzer:	10°C
- mengenproportionaler Dampfverbrauch des Milcherhitzers je 1.000 kg Milch:	0,0085 t

Hinsichtlich der Zwischenkühlung des Rahms gelten folgende Vorgaben:

- Temperatur des Rahms nach der Zentrifuge:	50°C
- Temperatur des Rahms nach Wasserkühlung für die Zwischenlagerung:	20°C
- Temperatur des Rahms nach Tiefkühlung für die Zwischenlagerung:	5°C
- Eintrittstemperatur des Kühlwassers:	10°C
- Austrittstemperatur des Kühlwassers:	40°C

Hieraus ergeben sich folgende Faktormengenverbräuche:

- mengenproportionaler Kühlwasserverbrauch je 1.000 kg Rahm:	0,7619 m <sup>3</sup>
- mengenproportionaler Energieverbrauch zur Tiefkühlung je 1.000 kg Rahm:	48.000 kJ

Bei der Rahmerhitzung (13) wurde unterstellt:

- Temperatur bei der Rahmerhitzung (14):	105°C
- Heißhaltezeit des Rahms (14):	47 sec.
- Wärmerückgewinnung bei Wasser:	91%
bei Rahm:	90%

<sup>5</sup> Aus Gründen der Energieersparnis wäre es erstrebenswert, die Wärmeenergie des zwischenzulagernden Rahms ebenfalls zurückzugewinnen.

Daraus errechnen sich nachstehende Werte:

- Temperatur des Rahms nach Wäremeaustausch nach dem Rahmerhitzer: 15°C
- mengenproportionaler Dampfverbrauch des Rahmerhitzers  
je 1.000 kg Rahm: 0,0142 t

Für die Berechnung der mengenproportionalen Dampf- bzw. Wasserverbräuche wurde mit einer spezifischen Wärme von 4,200 kJ/kg°C bei Wasser (15), 3,993 kJ/kg°C bei Milch (16) und 3,200 kJ/kg°C bei Rahm (17) gearbeitet.

#### 2.4.3 Milchlager

Für diese Unterabteilung gelten hinsichtlich Tankgrößen und -aufstellung dieselben technische Voraussetzungen wie im Rohmilchlager (vgl. Kap. 2.4.1).

Zur Bestimmung der modellspezifischen Anzahl und Größe der Tanks im Milchlager wurden nachstehende Annahmen getroffen:

- Es werden 10 Lagermilchprodukte hergestellt, die die in *Tabelle 4* dargestellten Anteile an der Lagermilch haben und an der dort ausgewiesenen Anzahl von Produktionstagen hergestellt werden. Die Anzahl der Lagermilchprodukte determiniert im 1-Schicht-Betrieb die Mindestzahl der benötigten Tanks.
- Zur Abdeckung saisonaler Schwankungen in der Nachfrage beträgt die benötigte Tankgröße das 1,5fache der durchschnittlichen Tagesproduktion der einzelnen Lagermilchprodukte.
- Im 2- und 3-Schicht-Betrieb ist es möglich, die Hälfte der benötigten Tanks doppelt zu befüllen, so daß sich deren Zahl auf mindestens 8 reduziert. Im 1-Schicht-Betrieb reicht die Zeit für eine mehrfache Nutzung derselben Tanks nicht aus, so daß hier mindestens 1 Tank je Produkt benötigt wird.

Tab. 4: Anteile und Produktionstage der Lagermilchprodukte

Produkte	Anteil der Produkte in %	Produktionstage im Jahr
Vollmilch, past., 3,5% Fett	37,5	300
Vollmilch, UHT, 3,5% Fett	16,7	250
teilentrahmte Milch, UHT, 1,5% Fett	14,7	250
Magermilchrückgabe, gesäuert	13,5	365
entrahmte Milch, past.	5,6	250
teilentrahmte Milch, past., 1,8% Fett	3,6	250
Vollmilch, past., natürlicher Fettgehalt	2,8	300
Sahne, 10%	2,7	250
Vollmilch für Joghurt, 2,9% Fett	2,4	250
teilentrahmte Milch, 1,5% Fett	0,5	250
	<u>100,0%</u>	

Quelle: eigene Berechnung auf der Basis von (7).

#### 2.4.4 Zentrale Chemische Reinigung

Die Reinigung (12, 18) der milchführenden Apparaturen, Rohrleitungen und Tanks in den verschiedenen Unterabteilungen erfolgt mit einer abteilungsinternen computergesteuerten CIP-Anlage. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß die CIP-Reinigungsanlagen für die Innenreinigung der Tanksammelwagen in der Rohmilchanahme als dezentrales Reinigungssystem *nicht* zur Zentralen Chemischen Reinigung gehören und auch nicht mit ihr verbunden sind.

In Kenntnis verschiedener Vorgehensweisen in der Praxis wurden aus den möglichen Kombinationen aus Reinigungsdauer, Programmablauf, Reinigungsmitteln und -konzentrationen etc. die in *Tabelle 5* ausgewiesenen Reinigungsprogramme für die verschiedenen Reinigungsaufgaben in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ ausgewählt.

Tab. 5: Reinigungsprogramme in der „Allgemeinen Milchbehandlung“

Reinigung von: Reinigungsprogramm:	Rohmilch- annahme i.e.S.	Rohr- leitungen	Betriebsraum		Tanks von	
			Betriebsgruppe Zw.-Reinigung	Endreinigung	Rohmilchann. u. kurz	Milchlager lang
1. Reinigungsdauer	60 min/ Tag	40 min/ Tag	25 min/ Charge	100 min/ Tag	40 min/ Reinig.	60 min/ Reinig.
2. Programmablauf						
a) Vorspülen mit Spülwasser	x	x	x	x	x	x
b) Reinigen mit						
– 1,8%iger Ätznatronlauge	–	–	x	x	–	–
– 1,2%iger Ätznatronlauge	x	x	–	–	x	x
c) Zwischenspülen mit Spülwasser	x	x	–	x	–	x
d) Reinigen mit 1,2%iger Salpetersäure	x	x	–	x	–	x
e) Nachspülen mit Frischwasser (ggf. mehrfach)	x	x	x	x	x	x
f) Desinfektion	x	x	–	x	–	–

Die Reinigung der Tanks von Rohmilchannahme und Milchlager erfolgt nur einmal pro Woche mit dem vollen Reinigungsprogramm, während für alle übrigen Tankreinigungen, die nach jeder Tankbenutzung erfolgen, das Kurzprogramm gefahren wird.

Als Grundstoffe für die Säure- und Laugenbäder dienen 52%ige Salpetersäure bzw. 45%iges Ätznatron. Die Konzentration der Reinigungsmittel wird automatisch eingestellt. Da für die vorliegende Arbeit von einer Stapelreinigung (11) ausgegangen wird (die Erneuerung der Säure- und Laugenbäder erfolgt 14-tägig) und die Temperatur der Reinigungsbäder 75°C beträgt, werden für deren Lagerung isolierte Tanks benötigt.

Das Nachspülwasser ist immer frisch und wird nach Benutzung zum Vor- und Zwischenspülen verwendet (11, S. 307).

Nach jeder Endreinigung im Betriebsraum werden die milchführenden Apparaturen und Rohrleitungen aller Unterabteilungen mit Ausnahme belegter Rohmilch- und Milchlagertanks desinfiziert, indem über Dosierpumpen automatisch Desinfektionsmittel in das Klarwasser des letzten Spülgangs gegeben wird, welches dann bis zum erneuten Betriebsbeginn in den Rohren und Apparaten verbleibt und in Intervallen umgewälzt wird.

Die Räumlichkeiten, in denen die Säure- und Laugenbehälter aufgestellt sind, müssen nach den Vorschriften des Wasserhaushaltsgesetzes ausgestattet sein. Dies bedeutet, daß zum einen eine leakage-sichere Auffangwanne, die die gesamten Säure- und Laugemengen fassen kann, und zum anderen Gerätschaften zur Beseitigung der Chemikalien im Falle einer Leckage vorhanden sein müssen.

#### 2.4.5 Zentrale Bedienung

Die Steuerung der Produktionsprozesse (10, 19) in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ erfolgt über ein zweistufiges computerintegriertes System (20).

Auf der Leit- und Bedienebene wird zur zentralen Bedienung und Beobachtung aller Prozeß- und Produktionsabläufe ein PC mit Drucker und entsprechender Software eingesetzt, woraus folgt, daß auf ein Mosaikfließbild (21) verzichtet werden kann.

Auf der Steuerungs- und Regelungsebene finden freiprogrammierbare Steuermodule (22) Einsatz, die die Befehle der Leitebene umsetzen. Anzahl und Art der Module variieren in Abhängigkeit von den nötigen Steuerungen, der Anzahl der Stellglieder, den Regelkreisläufen etc.

### 3. Modellspezifischer Faktoreinsatz

Im folgenden werden die benötigten Produktionsmittel modellspezifisch quantifiziert und monetär bewertet. Da die maschinelle und bauliche Ausstattung der „Allgemeinen Milchbehandlung“ unmittelbaren Einfluß auf die Mengenverbräuche verschiedener anderer Produktionsfaktoren (z. B. Energie, Personal etc.) hat, werden zunächst die Anlagegüter je Unterabteilung bestimmt und daraus dann (Kap. 3.2), nach Kostenarten gegliedert, die übrigen Faktormengenverbräuche abgeleitet.

#### 3.1 Maschinelle und bauliche Anlagen

Ausgangspunkt für die Bestimmung der je Modell benötigten Investitionsgüter sind die in Kapitel 2.4 je Unterabteilung dargestellten allgemeinen technischen Voraussetzungen. Wichtig bei deren Umsetzung auf modellspezifische Gegebenheiten war einerseits die konsequente Anwendung derselben „Berechnungsschemata“ in allen Modellen, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, und andererseits alle Parameter so auszuwählen, daß innerhalb eines Modells über alle Unterabteilungen ein in sich schlüssiges und technisch realisierbares System entsteht.

Die Darstellung erfolgt in tabellarischer Form; Erläuterungen werden stichpunktartig gemacht. Der Aufbau der Tabellen ist grundsätzlich wie folgt:

- In der ersten Spalte werden alle in einer Unterabteilung verwendeten Investitionsgüter aufgeführt, wobei zunächst die maschinellen und dann die baulichen Anlagen ausgewiesen werden.
- In der Spalte „Zuordnung“ wird angegeben, ob die jeweiligen Investitionsbeträge für die Kostenverrechnung der Abteilung oder den einzelnen Produktgruppen zuzurechnen sind. Es werden folgende Schlüssel verwandt:

A = Abteilung,  
1 = Produktgruppe Lagermilch,  
2 = Produktgruppe Verarbeitungsmilch,  
3 = Produktgruppe Rahm.

- In den folgenden sechs Doppelspalten werden modellspezifisch jeweils die Anzahl und/oder die Größe bzw. die Stundenleistung der eingesetzten Anlagegüter und der sich ergebende Investitionsbetrag angegeben.
- Die Nutzungsdauer der einzelnen Anlagegüter wird in der folgenden Spalte ausgewiesen. Deren Bestimmung beruht auf Informationen aus der Praxis und von Anlagenbauern sowie auf eigenen Erfahrungswerten. Wichtig ist, daß bei der Festlegung der Nutzungsdauer nicht nur die tatsächliche technische Haltbarkeit, sondern vor allem auch zukünftige Entwicklungen hinsichtlich der Ausstattungen von Molkereien durch technischen Fortschritt Berücksichtigung finden. Zudem richtet sich die Nutzungs-

dauer der Nebenaggregate und des Zubehörs nach der der Hauptaggregate einer Unterabteilung.

- Über die Instandhaltungsquote als prozentualer Anteil an den jeweiligen Investitionsbeträgen wird der fixe Bestandteil der Reparaturkosten definiert, der bezogen auf eine 50%ige Beschäftigung die Hälfte der gesamten Reparaturkosten ausmacht. Die andere Hälfte der Reparaturkosten wird mengenproportional in Ansatz gebracht (vgl. Kap. 3.2.3), wobei für Gebäudeinstandhaltung und EDV-Wartung nur jahresfixe Kosten verrechnet werden.

Grundsätzlich ist die modellspezifische Ausstattung nicht abhängig von der zu simulierenden Beschäftigung. Wie jedoch im Kap. 2.4.1 bereits ausgeführt wurde, bietet sich für *deutlich* verminderte Beschäftigungsgrade im Lagerbereich (z. B. bei den Tanks mit ihren Anschlußkomponenten) eine Anpassung der technischen Ausstattung an die geringere Tagesmilchmenge aus kostenwirtschaftlichen Gründen an. Da die Investitionseinsparungen durch Anpassung an die einzelnen betrachteten Beschäftigungsgrade (Kap. 2.3.2) teilweise minimal wären, wurde lediglich eine Anpassung mit Beginn des 1-Schicht-Betriebs (28%ige Beschäftigung und weniger) im Bereich Rohmilchannahme und Milchlager vorgenommen. Da von einer Veränderung der Tankzahlen auch die Steuerung und Inbetriebnahme der Gesamtabteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ betroffen sind, ergeben sich auch Anpassungskorrekturen für die Unterabteilung „Zentrale Bedienung“. Um die Auswirkung der Anpassung in der technischen Auslegung darzustellen, werden die Kosten einer 28%igen Beschäftigung sowohl für die Grundausstattung als auch für die Anpassung ermittelt.

Für die technischen Ausgestaltungen aller Unterabteilungen lieferte die *Fa. Tuchenhagen GmbH & Co.KG, Büchen*, zahlreiche wertvolle Informationen, die vor allem die Basis zur Bestimmung der Anzahl von Ventilen, Pumpen, Elementen der Meß- und Regeltechnik sowie der Auslegung der Elektronischen Prozeßsteuerung bilden. Zudem wurden von der *Fa. Tuchenhagen* technische Zeichnungen für die maschinelle Ausstattung der einzelnen Unterabteilungen erstellt, auf deren Grundlage die in diesem Kapitel zur Veranschaulichung beigefügten Abbildungen beruhen. An dieser Stelle sei der *Fa. Tuchenhagen* für die hilfreiche Mitarbeit und kompetente Beratung gedankt.

### 3.1.1 Rohmilchannahme

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen wird in *Abbildung 3* die technische Ausgestaltung der Rohmilchannahme beispielhaft für Modell 4 bei 100%iger Beschäftigung dargestellt.

In *Tabelle 6a/b* werden die modellspezifisch eingesetzten Anlagegüter der Rohmilchannahme bei 100%iger Beschäftigung und die damit verbundenen Investitionen aufgelistet.

In der Rohmilchannahme werden alle Investitionsbeträge der Abteilung zugerechnet. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß die dort eingesetzten Anlagegüter zur Behandlung der Rohmilch dienen und kein produktspezifischer Bezug gegeben ist. Betrachtet man die einzelnen Anlagegüter, so sind folgende Erläuterungen zur Auslegung in den einzelnen Modellen zu machen:

- Die Zahl der *Zapfsäulen* wurde so festgelegt, daß Wartezeiten bei der Anlieferung möglichst vermieden werden. Zur Bestimmung der Anzahl wurde zunächst unterstellt, daß die Milchanlieferung über den Tag gleichverteilt wäre, und daraus die Anzahl der dann benötigten Zapfsäulen ermittelt. Da tatsächlich die TSW eine ungleichmäßige Ankunftsrate haben, muß die zu installierende Zahl von Zapfsäulen so erhöht werden, daß die TSW auch in Spitzenzeiten ohne nennenswerte Wartezeit abgefertigt werden

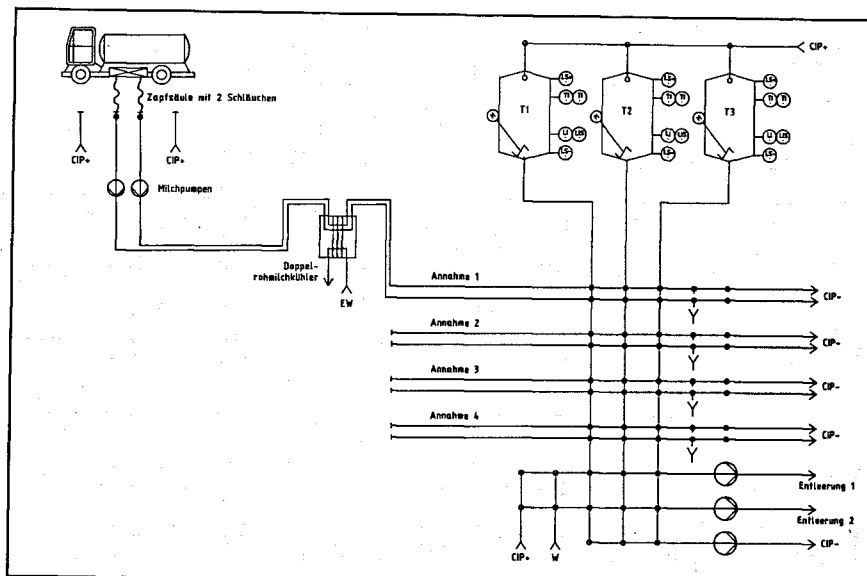


Abb. 3: Technische Ausstattung der Rohmilchannahme im Modell 4

können. Es wurde daher die Anzahl der Annahmestationen entsprechend erhöht, wobei mit der Größe der Modelle die Zahl der zusätzlichen Zapfsäulen aufgrund steigender Flexibilität unterproportional zunimmt.

- Die Tankzahl und -größe ergibt sich gemäß der in Kapitel 2.4.1 dargestellten Optimierungsrechnung. Auffällig ist, daß in den Modellen 3 und 4 dieselbe Lagerkapazität ausreichend ist, obwohl sich die Tagesanlieferung von Modell 3 zu Modell 4 verdoppelt.

Um in den Modellen 5 und 6 die Mindestlagermenge von 30% der angelieferten Milch stapeln zu können (vgl. Kap. 2.4.1), muß die Mindestzahl von drei Tanks (Maximalgröße 200.000 l) überschritten werden.

In den Investitionsbeträgen für die Tanks sind jene für Rührwerke berücksichtigt.

Die kalkulatorische Nutzungsdauer der Tanks liegt mit 15 Jahren weit unter der technisch möglichen. Der Grund für die Unterstellung eines solch relativ niedrigen Wertes liegt in der Annahme, daß die derzeitigen und in den Modellen unterstellten Anlagenkonfigurationen durch technische Weiterentwicklungen im Ablauf von 15 Jahren veraltet sein könnten. So ist es beispielsweise denkbar, daß zukünftig in Molkereien mit der entsprechenden Milchmenge nur noch Tanks riesiger Dimensionen (z. B. 1.000.000 l Fassungsvermögen) verwendet werden. Es wäre sogar vorstellbar, daß in Zukunft weitestgehend auf die Lagerung der Milch verzichtet wird und diese direkt vom TSW in Abpacklinien gefahren wird, in die eine Milchbehandlung integriert ist.

Aus diesen Erwägungen und der Tatsache, daß Zeiträume von mehr als eineinhalb Jahrzehnten für die Unternehmensplanung kaum noch überschaubar sind, wird die kalkulatorische Nutzungsdauer bei maschinellen Ausstattungen generell auf 15 Jahre beschränkt.

- Mit der Position *Montage* werden nicht nur die Investitionsbeträge für Installationen, sondern auch für Fracht und Versicherung der bisher genannten Anlagegüter abgegol-

Tab. 6a: Anlagegüter der Rohmilchannahme bei 100%iger Beschäftigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
1.Brückenwaage	A	1	97,5	1	97,5	1	97,5	1	97,5	1	97,5	2	195,0	15	2,50
EDV-Anbindung	A		30,0		30,0		30,0		30,0		30,0		40,0	10	2,50
2.Zapfsäulen (mit 2 Schl.)	A	2	12,2	2	12,2	2	12,2	4	24,4	7	42,7	9	54,9	15	2,00
3.Doppel-Rohmilchkühler	A	2	46,8	2	46,8	2	46,8	4	93,6	7	163,8	9	210,6	15	0,75
4.Tanks (inkl. Rührw.)	A	3x 100	330,0	3x 125	390,0	3x 200	555,0	3x 200	555,0	5x 200	925,0	7x 200	1295,0	15	0,25
Zwischensumme (1)			516,5		576,5		741,5		800,5		1259,0		1795,5		
5.Montage, je Tank	A	3	15,0	3	15,0	3	15,0	3	15,0	5	25,0	7	35,0	15	-
Montage, 10 %	A		51,7		57,7		74,2		80,1		125,9		179,6	15	-
Zwischensumme (2)			583,1		649,1		830,6		895,5		1409,9		2010,0		
6.Ventile	A	43	213,7	43	231,1	43	248,5	67	324,6	109	740,1	209	1389,9	15	3,00
7.Milch- u. Laugenpumpen	A	6	39,0	6	39,0	6	39,0	11	66,0	19	104,5	25	137,5	7	1,50
8.pH-Messgerät	A	2	10,0	2	10,0	2	10,0	4	20,0	7	35,0	9	45,0	7	1,50
9.Probenahmegerät	A	4	40,0	4	40,0	4	40,0	8	80,0	14	140,0	18	180,0	7	1,50
10.Mess- u. Regeltechn.	A	17	28,9	17	28,9	17	28,9	25	45,0	43	77,4	57	102,6	7	1,50
11.Elektr. Proz.-Steuer.	A	75	78,0	75	78,0	75	78,0	118	123,0	197	189,0	325	337,0	15	2,50
12.Montage (6.-11.)	A		58,0		58,0		58,0		95,0		196,0		351,0	15	-
13.Inbetriebnahme	A		12,0		12,0		12,0		21,0		27,0		52,0	15	-
Zwischensumme (3)			479,6		497,0		514,4		774,6		1509,0		2594,9		
14.CIP-Tank	A	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	3,0	24,0	5,0	30,0	6,0	31,0	15	0,25
15.Wassertanks	A	1 + 1,5	16,0	1 + 1,5	16,0	1 + 1,5	16,0	2 + 3	25,8	4 + 5	33,0	5 + 6	35,0	15	0,25
16.Reinigungsstationen	A	2	8,0	2	8,0	2	8,0	4	16,0	7	28,0	9	36,0	7	1,50
17.Ventile	A	18	77,4	18	77,4	18	77,4	36	154,8	63	270,9	81	348,3	15	3,00
18.Pumpen (Dosier-)	A	1	2,5	1	2,5	1	2,5	1	2,5	1	2,5	1	2,5	7	1,50
(Vor-, Rücklauf-)	A	4	18,0	4	18,0	4	18,0	8	36,0	14	63,0	18	81,0	7	1,50
19.Meß-, Regeltech., Armat.	A	11	44,0	11	44,0	11	44,0	13	52,0	16	64,0	18	72,0	7	1,50
20.Elektr. Proz.-Steuer.	A	34	37,4	34	37,4	34	37,4	58	63,8	94	103,4	118	129,8	15	2,50
21.Montage (14.-20.)	A		20,4		20,4		20,4		34,8		56,4		70,8	15	-
22.Inbetriebnahme	A		6,8		6,8		6,8		11,6		18,8		23,6	15	-
Zwischensumme (4)			245,5		245,5		245,5		421,3		670,0		830,0		
Summe masch. Investitionen			1308,3		1391,7		1590,6		2091,5		3588,9		5435,0		

1) A = Abteilung

2) Größe der Tanks in 1.000 l



Tab. 6b: Anlagegüter der Rohmilchannahme bei 100%iger Beschäftigung – Fortsetzung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
23. Annahmehalle (6 m H.)	A	100	48,0	100	48,0	100	48,0	160	76,8	300	144,0	380	182,4	40	4,00
24. Reinig.-Halle (6 m H.)	A	100	48,0	100	48,0	100	48,0	160	76,8	300	144,0	380	182,4	40	4,00
25. Rohmilchkühlung (6,5 m H.)	A	12	13,3	12	13,3	12	13,3	20	22,1	34	37,6	44	48,6	50	2,00
26. TSW-CIP (Keller 3,5 m H.)	A	50	29,8	50	29,8	50	29,8	60	35,7	70	41,6	80	47,6	50	2,00
27. Gebäude f. Ventilknoten	A	30	33,1	30	33,1	30	33,1	30	33,1	50	55,3	70	77,3	50	2,00
28. Fundament + Geb.-anschluß	A	48	25,9	48	25,9	48	25,9	48	25,9	80	43,1	112	60,3	15	2,00
29. Bes. Verkehrsfläche	A	725	53,6	725	53,6	725	53,6	890	65,9	1275	94,3	1495	110,6	25	3,00
30. Grundstück	A	1015	36,7	1015	36,7	1015	36,7	1308	47,3	2039	73,8	2481	89,8		
Summe baul. Investitionen			288,4		288,4		288,4		383,6		633,7		799,2		
Gesamtinvestitionen			1596,7		1680,1		1879,0		2475,1		4222,6		6234,2		

Tab. 7: Anpassung der Rohmilchannahme bei 28%iger Beschäftigung

4. Tanks (inkl. Rührw.)	A	3x 40	171,0	3x 75	264,0	3x 75	264,0	3x 125	390,0	3x 200	555,0	3x 200	555,0		
5. Montage, je Tank	A									3	15,0	3	15,0		
Montage, 10 %	A		35,8		45,1		45,1		63,6		88,9		105,6		
6. Ventile	A									94	638,3	126	837,9		
10. Mess- u. Regeltechn.	A									37	66,6	45	81,0		
11. Elektr. Proz.-Steuer.	A									174	166,9	226	234,4		
12. Montage (6.-11.)	A										173,1		244,5		
13. Inbetriebnahme	A										23,8		36,2		
27. Gebäude f. Ventilknoten	A									30	33,1	30	33,1		
28. Fundament + Geb.-anschluß	A									48	25,9	48	25,9		

449

1) A = Abteilung      2) Größe der Tanks in 1.000 l; Größe Grundstück und Gebäude in m².

ten. Die Montage gliedert sich in zwei Teile: Für die Aufstellung der Tanks wird ein fixer Betrag je Tank veranschlagt. Zusätzlich werden für größenabhängige, variable Montageaufwendungen bei den Tanks pauschal 10% der getätigten Investitionen angesetzt, die auch den Montagebedarf für die übrigen Produktionsfaktoren (Pos. 1–3) abgelten sollen.

- Die unter 6. bis 13. ausgewiesenen Anlagegüter sind in ihrer Anzahl und Auslegung auf die Annahmestationen und Tanks abgestellt. Es wird deutlich, daß bei der unterstellten flexiblen Zuordnung von Annahmelinien, Tanks und Verarbeitungslinien die Zahl der *Ventile* mit der Größe der Modelle sehr stark zunimmt. Dies schlägt sich besonders im Modell 6 extrem in der Höhe der für Ventile zu tätigen Investitionen nieder, obwohl ab Modell 5 die Flexibilität aus kostenwirtschaftlichen Gründen schon dergestalt eingeschränkt wurde, daß die Annahmestationen, Tanks und Verarbeitungslinien in zwei Gruppen geteilt wurden, wobei nur jeweils die Tanks einer Gruppe von den Annahmelinien einer Gruppe befüllt und von bestimmten Verarbeitungslinien entleert werden können.
- Die Anzahl der *Milch- und Laugenpumpen* setzt sich aus drei Komponenten zusammen (vgl. auch Abb. 3):
  - 1 Milchpumpe für jede Betriebsgruppe,
  - jeweils 2 Milchpumpen für eine Zapfsäule,
  - 1 Laugenrücklaufpumpe.
- Die *Meß- und Regeltechnik* umfaßt neben Armaturen z.B.
  - Trübungsdetektoren zur Phasentrennung,
  - Temperaturregler und -anzeiger,
  - Niveaugrenzwertmesser,
  - Füllstandsmesser,
  - Geräte zur Leitwertmessung,
  - Strömungswächter.
- Die Anzahl der Steuermodule für die *Elektronische Prozeßsteuerung* ergibt sich als Summe aus der Anzahl der Stellglieder, das sind die zu steuernden Einheiten in den Positionen 6–10, zuzüglich Steuermodulen für die Rührwerke der Tanks, die der jeweiligen Tankzahl in den Modellen entsprechen.
- Die unter Punkt 12 ausgewiesene Position *Montage* bezieht sich auf die Installation der Geräte in den Zeilen 6–11, womit erst die Betriebsbereitschaft aller bisher genannten Aggregate erreicht wird; enthalten sind in der Position 12 demnach Rohrleitungen, elektrische Leitungen, Montagekleinmaterial sowie die Personalkosten für fremde und eigene Handwerker.
- Die Position *Gebäude für Ventilknoten* weist den Flächenbedarf und die Investitionen für einen – da Teil des Betriebsgebäudes – 6,5 m hohen und 2,5 m breiten Gang aus, in dem die Rohrleitungen mit Ventilknoten witterungsgeschützt von den Tanks zum Betriebsraum verlegt sind. Die Länge dieses Ganges hängt von der Anzahl und der Größe der Tanks ab.
- Mit einem Gebäudeanschluß für Tanks (Position 28) wird eine bauliche Investition dargestellt, die dazu dient, einen witterungsgeschützten Zugang vom Betriebsgebäude zu jedem Tank und seinen Armaturen etc. zu gewährleisten.
- Die *Besondere Verkehrsfläche* umfaßt den Grundstücksbedarf für die Zu- und Abfahrten zur Annahme- und TSW-CIP-Reinigungshalle.

- Die Summe aller unter 23. bis 29. ausgewiesenen Flächen mit Ausnahme des Kellers für die TSW-CIP bildet den unter 30. ausgewiesenen *Grundstücksbedarf*.
- Die *baulichen Investitionen* sind im Vergleich zu den maschinellen Investitionen in der Rohmilchannahme von geringer Bedeutung. Ihr Anteil an den Gesamtinvestitionen beträgt 18% im Modell 1, im Modell 6 sogar nur 13%, was damit zu erklären ist, daß die maschinellen Investitionen bei Gütern für Steuerungs- und Regelungstechnik überproportional mit der Größe der Modelle ansteigen.

Die Anpassung der Rohmilchannahme bei Beschäftigungen  $\leq 28\%$  (*Tabelle 7*) kommt nur bei der Ausgestaltung des Rohmilchlagers zum Tragen:

- In den Modellen 1 bis 4 verändern sich dabei, bedingt durch die im Vergleich zur 100%igen Beschäftigung geringeren Tankgrößen, lediglich die Investitionsbeträge und die sich daraus ableitenden Beträge für die Montage.
- In den Modellen 5 und 6 reduziert sich die Anzahl der Tanks, woraus sich zudem Konsequenzen im Hinblick auf die Zahl der benötigten Ventile und Armaturen, die Meß- und Regeltechnik sowie auf die Anzahl der Steuermodule für die Elektronische Prozeßsteuerung ergeben.

### 3.1.2 Betriebsraum

Die technische Auslegung des Betriebsraums wird beispielhaft für Modell 4 in *Abbildung 4* dargestellt. Hieraus werden u.a. prinzipielle Modellannahmen deutlich: Unabhängig von der Anzahl der Betriebsgruppen (zwei im Modell 4) werden in jedem Modell nur ein Rahmerhitzer und zwei Rahmtanks zur Zwischenstapelung aufgestellt. Zur Kühlung des zwischenzulagernden Rahms hingegen wird nach jedem Separator ein Kühler benötigt.

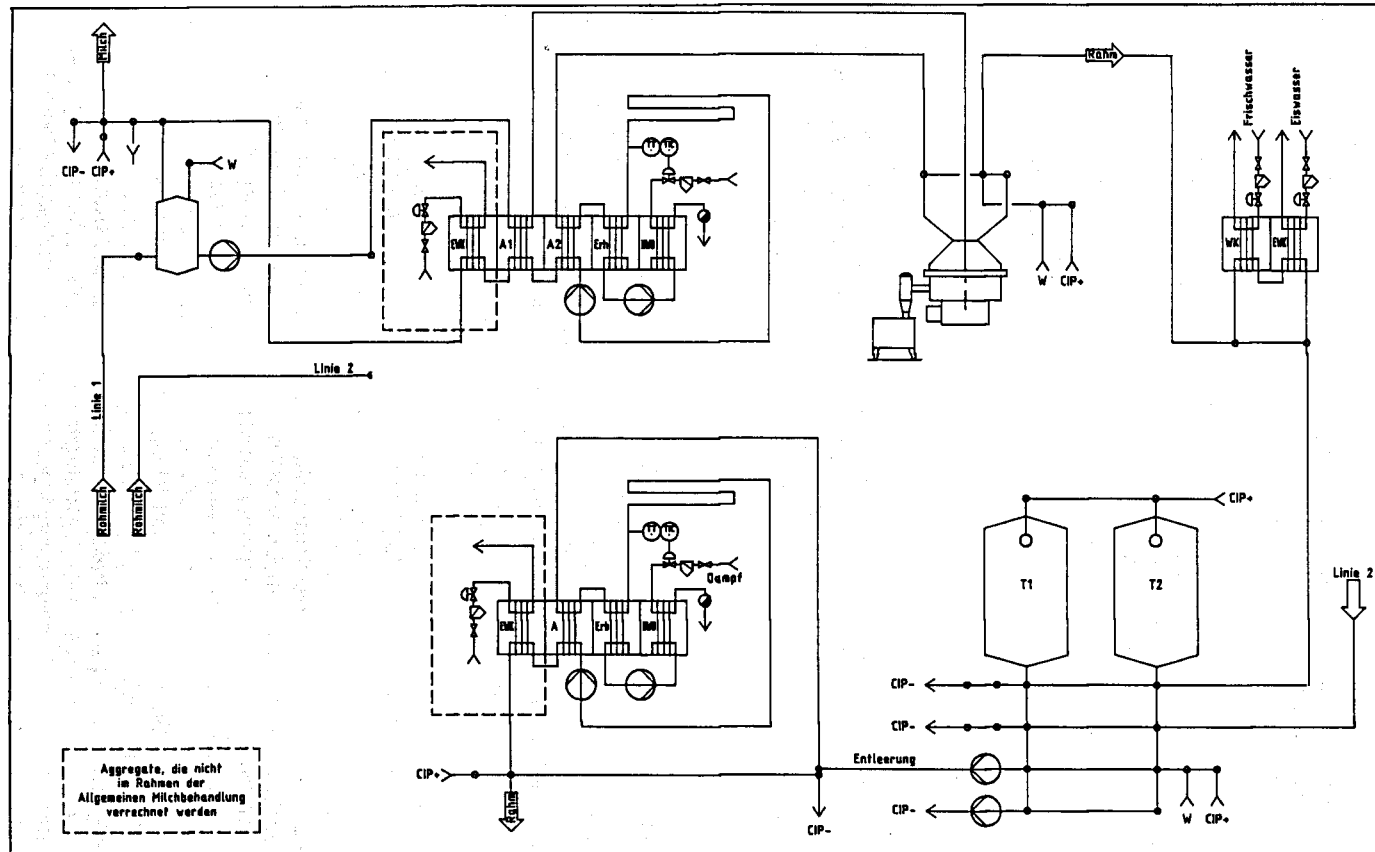
Die Aggregate zur Kühlung der pasteurisierten Milch bzw. des pasteurisierten Rahms werden nicht im Rahmen der „Allgemeinen Milchbehandlung“ verrechnet, obwohl sie im Betriebsraum aufgestellt sind. Der Grund liegt darin, daß je nach Art der weiteren Verarbeitung nur bestimmte Chargen von Milch bzw. Rahm gekühlt werden. Somit gehört die Kühlung nicht zur generellen Behandlung der Milch, sondern fällt fertigungsproduktsspezifisch an, woraus folgt, daß die dafür nötigen Aggregate und Faktormengenverbräuche den jeweiligen Produktionsabteilungen zugerechnet werden.

Die in der *Tabelle 8a/b* aufgelisteten modellspezifischen Investitionsgüter werden entsprechend dem technologischen Milchfluß dem Einzelprodukt Rahm bzw. der zu behandelnden Milch zugeordnet. Da letztere der Ausgangsstoff für verschiedene Produkte (Lagermilch und Verarbeitungsmilch) ist, werden jene Investitionsgüter, die die Rohmilch bzw. die eingestellte Milch betreffen, auf Abteilungsebene verrechnet.

Im folgenden werden einige Erläuterungen zu Einzelpositionen der *Tabelle 8a/b* gegeben:

- Betrachtet man die Investitionsbeträge für die *Separatoren*, so wird deutlich, daß jene bei weitem die höchsten Einzelpositionen aller Anlagegüter darstellen. Daher wird verständlich, daß diese Apparate den Enpaßfaktor der Abteilung bilden.
- Je Betriebsgruppe wird jeweils eine Vorrichtung zur *Milch- und Rahmstandardisierung* benötigt. Sie dienen der automatischen Einstellung vorgegebener Fettgehalte und sind aus Gründen der Gewährleistung einer einheitlichen Qualität, aber auch der Kostenersparnis zu empfehlen.
- Während die Anzahl der benötigten Steuermodule für die *Elektronische Prozeßsteuerung* in den Modellen 1–3 für Rahm geringfügig größer ist als für die der Abteilung zuzurechnenden Regelungsvorgänge, kehrt sich das Verhältnis ab Modell 4 drastisch um, was auf die Erhöhung der Anzahl der Betriebsgruppen zurückzuführen ist.

Abb. 4: Technische Ausstattung des Betriebsraums im Modell 4



Entsprechend ergeben sich die Investitionssummen für alle Steuerungs- und Regelungseinrichtungen (Zwischensumme 2).

- Betrachtet man das Verhältnis der rahm- und abteilungsbezogenen *maschinellen Investitionen* in den Modellen 1 bis 6, wird nochmals die überragende Stellung der Separatoren deutlich: Im Modell 1 sind die der Abteilung zuzurechnenden Investitionen, u.a. bedingt durch jene für den Separator, bereits doppelt so hoch wie die für Rahm. Im Modell 6 besteht aufgrund der dort installierten 6 Separatoren sogar ein Verhältnis zwischen rahm- und milchbezogenen Investitionen von 1:6.
- Der unter Punkt 18. ausgewiesene *Kellerraum* des Betriebsgebäudes (Tabelle 8b) wird für die Schlammabeseitigungsanlage benötigt.
- Während sich die rahmbezogenen *Gesamtinvestitionen* von Modell 1 zu 6 ungefähr verdoppeln, verändern sich die abteilungsspezifischen Investitionen im Verhältnis 1:8. Durch ersteres wird die relative Konstanz des Investitionsaufwandes für Rahm beschrieben, während letzteres einen – gemessen an der Leistung (1:14) – unterproportionalen Anstieg der übrigen Investitionsbeträge dokumentiert.

### 3.1.3 Milchlager

Die technische Ausstattung des Milchlagers veranschaulicht *Abbildung 5*, wobei hier beispielhaft das Modell 4 bei 100%iger Beschäftigung dargestellt wird.

In *Tabelle 9* werden die Anlagegüter des Milchlagers bei ebenfalls 100%iger Beschäftigung ausgewiesen. Alle hier anfallenden Investitionen sind der Produktgruppe Lagermilch zuzurechnen, da das Milchlager für kein anderes Produkt Leistungen erbringt.

- Die Anzahl und Größe der *Tanks* wird gemäß den in Kapitel 2.4.3 dargestellten Voraussetzungen bestimmt. Demnach sind in den Modellen 1–4 weniger Tanks erforderlich als Produkte hergestellt werden, da einige Tanks zweimal zu befüllen sind. In den Modellen 5 und 6 hingegen ist die Anzahl der Tanks größer als die Zahl der Produkte, da die Tagesmengen einiger Lagermilchprodukte so groß sind, daß zwei Tanks benötigt werden.
- Die Investitionen für die *Montage* der Tanks gliedern sich entsprechend der Vorgehensweise in der Rohmilchannahme in einen Fixbetrag je Tank und einen variablen, prozentual auf die Tankinvestitionen bezogenen Betrag, durch den der Mehraufwand für die Lieferung und Installation größerer Tanks erfaßt wird.
- Die Anzahl der *Ventile* erhöht sich ab Modell 4 überproportional mit der Zahl der Tanks. Zur Veranschaulichung dieses Tatbestands mag *Abbildung 6* dienen, die für das Modell 6 die technische Auslegung des Milchlagers bei 100%iger Beschäftigung darstellt. Hiermit wird die Notwendigkeit von über 200 Ventilen belegt, wobei ableitbar ist, daß der technische und damit auch ökonomische Aufwand für eine völlig flexible Nutzung des Milchlagers – d.h. alle Tanks könnten über alle Befüll- und Entleerungslinien angefahren werden – noch bei weitem höher sein würde als er ohnehin schon bei der unterstellten Gruppenbildung (2 Befüll- und 2 Entleerungsgruppen) ist, da dann an jedem Kreuzungspunkt ein Ventilknoten nötig wäre.
- Die Anzahl der Steuermodule für die *Elektronische Prozeßsteuerung* ergibt sich wiederum als Summe aus den unter 3. bis 5. ausgewiesenen Stellgliedern zuzüglich jener für die Rührwerke der Tanks.
- Der Bedarf an Gebäude und Fundament ist entsprechend dem Rohmilchlager (vgl. Kapitel 3.1.1) ermittelt worden.

Wie bereits erwähnt, ist auch im Milchlager bei Beschäftigungsvariationen eine Anpassung des Fassungsvermögens an die geringeren Lagermilchmengen sinnvoll. *Tabelle 10* weist die technische Ausstattung des angepaßten Milchlagers (28%ige

Tab. 8a: Anlagegüter des Betriebsraumes

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
1. Separator (kompl.)	A	1x 15,0	303,2	1x 25,0	429,6	1x 35,0	452,8	2x 35,0	904,0	4x 35,0	1808,0	6x 35,0	2712,0	15	0,50
2. Milcherhitzer	A	1x 15,0	52,0	1x 25,0	65,0	1x 35,0	70,0	2x 35,0	140,0	4x 35,0	280,0	6x 35,0	420,0	15	0,75
3. Rahmkühler	3	1x 2,5	11,5	1x 3,5	13,0	1x 5,0	15,0	2x 5,0	30,0	4x 5,0	60,0	6x 5,0	90,0	15	0,75
4. Rahmerhitzer	3	1x 2,5	27,0	1x 3,5	28,4	1x 5,0	31,0	1x 10,0	35,0	1x 20,0	43,2	1x 30,0	47,0	15	0,75
5. Rahmtanks	3	2x 2,5	50,0	2x 3,5	54,0	2x 5,0	60,0	2x 10,0	66,0	2x 20,0	80,0	2x 30,0	94,0	15	0,25
6. Schlammbeleb.-Anlage	A	1	8,2	1	8,2	1	10,2	1	12,2	1	14,3	1	15,3	15	1,00
7. Montage, 10 %	3		8,8		9,5		10,6		13,1		18,3		23,1	15	-
	A		36,3		50,3		53,3		105,6		210,2		314,7		
Zwischensumme (1)	3		97,3		104,9		116,6		144,1		201,5		254,1		
	A		399,7		553,1		586,3		1161,8		2312,5		3462,0		
8. Ventile	3	20	60,0	20	68,6	20	77,2	28	103,9	38	141,0	48	178,1	15	3,00
	A	17	51,0	17	58,3	17	65,6	34	126,1	68	252,3	102	378,4		
9. Pumpen	3	2	11,0	2	11,0	2	12,0	2	12,0	2	11,0	2	10,0	7	1,50
	A	3	16,5	3	16,5	3	18,0	6	36,0	12	66,0	18	90,0		
10. Umschaltvorrichtung	3	1	14,0	1	14,5	1	15,0	1	15,0	1	15,0	1	15,0	15	2,00
	A	1	14,0	1	14,5	1	15,0	2	30,0	4	60,0	6	90,0		
11. Rahmstandardisierung	3	1	19,5	1	19,7	1	19,8	2	39,6	4	79,2	6	118,8	7	1,00
12. Milchstandardisierung	A	1	24,0	1	24,6	1	25,0	2	50,0	4	100,0	6	150,0	7	1,00
13. Mess- u. Regeltechnik	3	8	16,0	8	16,6	8	17,1	8	18,9	8	20,4	8	20,7	7	1,50
	A	6	12,0	6	12,4	6	12,8	12	28,3	24	61,2	36	93,2		
14. Elektr. Proz.-Steuerung	3	32	35,7	32	35,7	32	35,7	41	44,7	53	57,0	65	69,2	15	2,50
	A	28	31,3	28	31,3	28	31,3	56	61,1	112	120,5	168	178,8		
15. Montage (8.-14.)	3		21,8		21,8		21,8		25,6		31,4		37,3	15	-
	A		19,1		19,1		19,1		34,9		66,3		96,5		
16. Inbetriebnahme	3		7,9		7,9		7,9		8,9		10,4		11,6	15	-
	A		6,9		6,9		6,9		12,1		22,0		29,9		
Zwischensumme (2)	3		186,0		195,9		206,6		268,5		365,4		460,7		
	A		174,8		183,7		193,8		378,6		748,3		1106,8		
Masch. Investitionen	3		283,4		300,8		323,2		412,6		566,9		714,8		
	A		574,6		736,7		780,1		1540,4		3060,8		4568,8		
Summe masch. Investitionen			857,9		1037,5		1103,3		1953,1		3627,8		5283,6		

Tab. 8b: Anlagegüter des Betriebsraumes – Fortsetzung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
17. Produktionshalle (6,5 m H.)	3	55	60,8	60	66,3	65	71,8	70	77,3	75	82,9	80	88,4	50	2,00
	A	50	55,3	55	60,8	65	71,8	100	110,5	180	198,9	260	287,3		
18. Keller (3,5 m H.)	A	10	5,9	10	5,9	12	7,1	14	8,3	18	10,7	22	13,1	50	2,00
19. Grundstück	3	55	2,0	60	2,2	65	2,4	70	2,5	75	2,7	80	2,9		
	A	50	1,8	55	2,0	65	2,4	100	3,6	180	6,5	260	9,4		
Baul. Investitionen	3		62,8		68,5		74,2		79,9		85,6		91,3		
	A		63,0		68,7		81,3		122,5		216,1		309,8		
Summe baul. Investitionen			125,8		137,2		155,5		202,3		301,7		401,1		
Gesamtinvestitionen	3		346,1		369,3		397,4		492,5		652,5		806,1		
	A		637,6		805,4		861,4		1662,9		3277,0		4878,6		
Investitionen insgesamt			983,7		1174,7		1258,8		2155,4		3929,5		5684,7		

1) A = Abteilung; 3 = Produktgruppe Rahm    2) Tankgrößen in 1.000 l; Größe für Grundstück und Gebäude in m<sup>2</sup>

Abb. 5: Technische Ausstattung des Milchlagers im Modell 4 bei 100% Beschäftigung

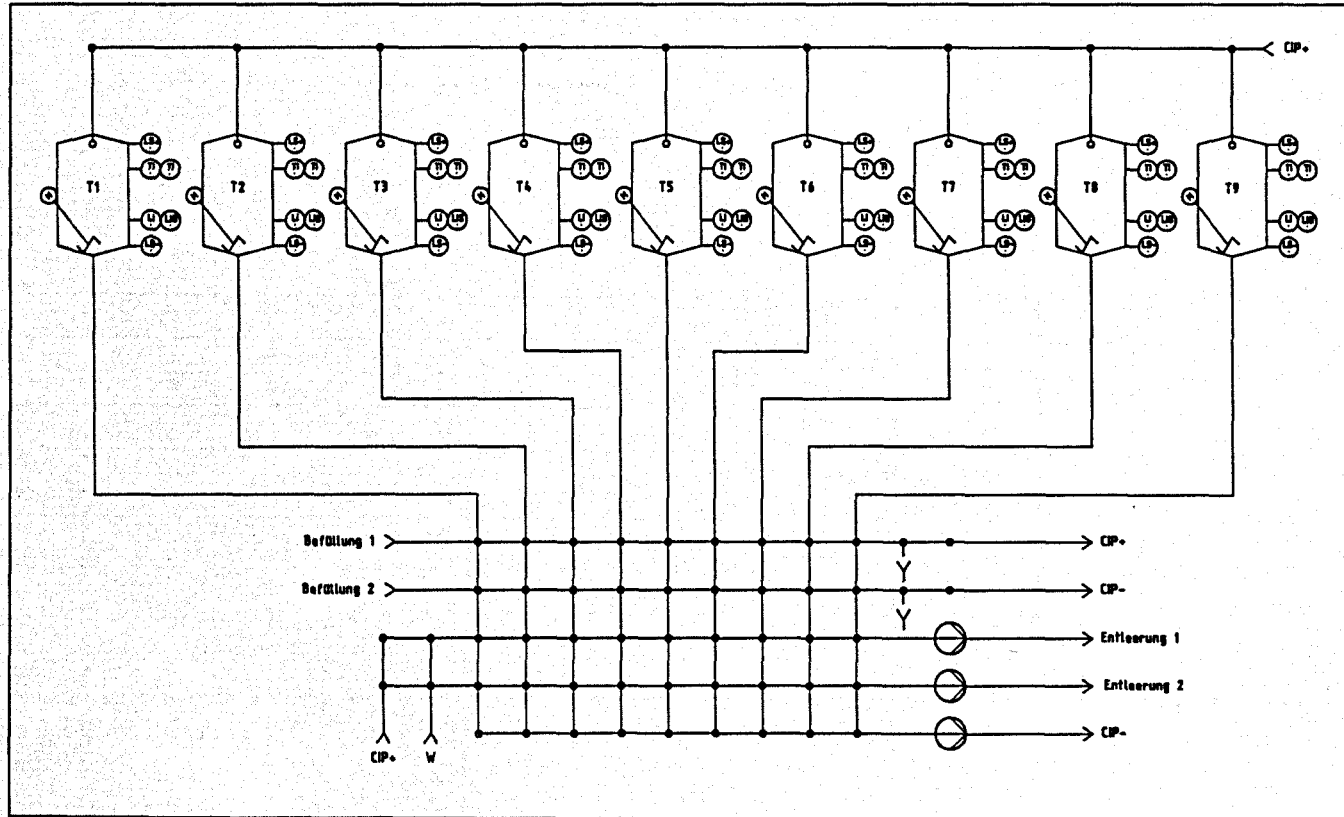
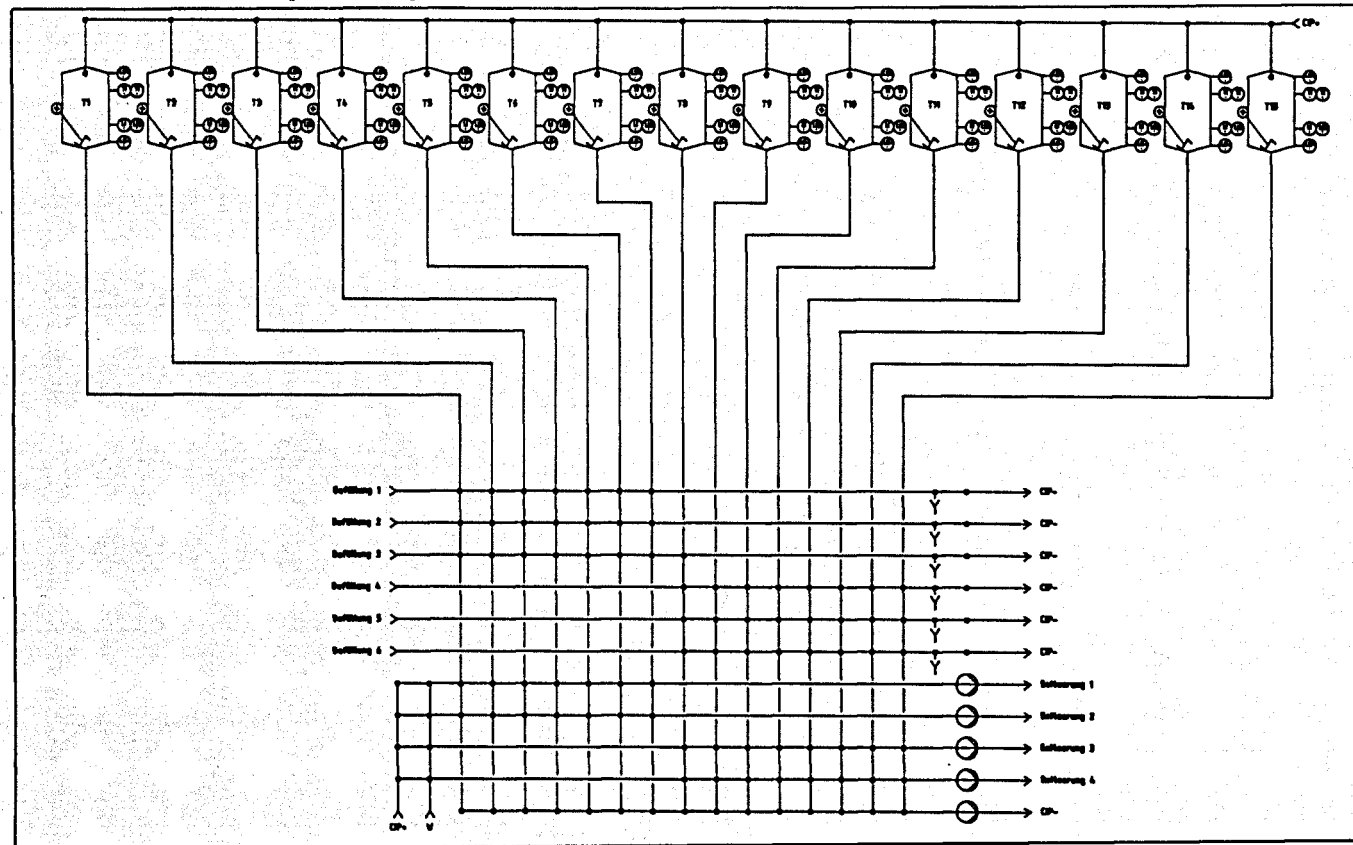




Abb. 6: Technische Ausstattung des Milchlagers im Modell 6 bei 100% Beschäftigung



Beschäftigung) aus. Vergleicht man die Tabellen 9 und 10, sind in fast allen Positionen Änderungen festzustellen, die sich zwangsläufig aus den veränderten Tankzahlen und/oder -größen ergeben.

- Während erwartungsgemäß in den Modellen 5 und 6 die Anpassung zu geringeren Tankzahlen als bei 100%iger Beschäftigung führt, hat sich in den Modellen 1–4 zwar das gesamte Fassungsvermögen des angepaßten Milchlagers verringert, die Zahl der Tanks ist jedoch gestiegen. Der Grund liegt darin, daß im 1-Schicht-Betrieb ( $\leq 28\%$  Beschäftigung) mindestens 10 Tanks im Milchlager benötigt werden, da Mehrfachbefüllungen, wie in der „Grundversion“ unterstellt, aus zeitlichen Gründen nicht zu realisieren sind. Da die Größe der Tanks und damit auch die Stückpreise im angepaßten Lager geringer sind als in der Grundversion, ergeben sich trotz größerer Tankzahl in den Modellen 1–4 niedrigere Investitionen für die Tanks insgesamt (Zwischensumme 2).
- Anders verhält es sich in den Modellen 1–4 bei den Investitionsbeträgen für alle Steuerungs- und Regelungsvorrichtungen (Zwischensumme 3): Aufgrund der höheren Tankzahlen steigt der Bedarf an den Ausstattungskomponenten, so daß sich die Investitionen hierfür bei der Anpassung erhöhen. Dies gilt auch für die baulichen Investitionen.
- Insgesamt kompensieren aber die Einsparungen bei den Investitionen für die Tanks die höheren Investitionen für Steuerungs- und Regelungsvorrichtungen sowie Grund und Gebäude. Lediglich im Modell 1 sind die Gesamtinvestitionen im angepaßten Lager etwas höher als in der Grundversion. Dennoch ist eine Anpassung auch für das Modell 1 notwendig, da im 1-Schicht-Betrieb ( $\leq 28\%$  Beschäftigung) auf jeden Fall mindestens 10 Tanks benötigt werden (vgl. Kap. 2.4.3). Darüber hinaus sparen die bei der Anpassung unterstellten kleineren Tanks Energie sowie Reinigungsmittel und senken die Rohstoffverluste.

### 3.1.4 Zentrale Chemische Reinigung

In *Tabelle 11* sind die Anlagegüter der Zentralen Chemischen Reinigung aufgelistet. Da in dieser Unterabteilung keine produktspezifische Kostenverursachung auftritt, werden alle Investitionsbeträge der Abteilung zugeordnet.

- Die Anzahl der *Laugen/Säure-Tanks* ergibt sich in allen Modellen aus dem Bedarf an Reinigungsmitteln: Es werden 2 Tanks für Lauge unterschiedlicher Konzentration (1,2%ig und 1,8%ig) und 1 Tank für Reinigungssäure (1,2%ig) benötigt (siehe auch *Abbildung 7*). Die hochkonzentrierte Säure (52%) und Lauge (45%) zum Ansetzen bzw. Aufschärfen der Reinigungsbäder wird in den Nachfüllcontainern gelagert, in denen sie geliefert wird, so daß für diese Behältnisse keine Investitionen zu tätigen sind. Beim Gebäudebedarf sind sie jedoch berücksichtigt.
- Für Spül- und Frischwasser wird jeweils ein Kunststofftank benötigt, wobei für ersteres die größeren Tanks verwendet werden, da zu berücksichtigen ist, daß die Kapazitäten für das aufzufangende Spülwasser neben dem gelagerten Frischwasser auch das nachlaufende Frischwasservolumen abdecken müssen.
- Die Zahl der *Ventile, Pumpen* etc. hängt von der Zahl der Reinigungskreisläufe ab. In den Modellen 1–4 werden 2 Kreisläufe für die Rohmilch- und Milchlagertanks und 1 Kreislauf für die Betriebsgruppe(n) unterstellt (vgl. *Abbildung 7*), im Modell 5 und 6 erhöht sich erstere Position auf 3, letztere auf 2 Kreisläufe.

Tab. 9: Anlagegüter des Milchlagers bei 100%iger Beschäftigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
1.Tanks (inkl. Rührw.)	1	1 x 75	88,0	1 x 125	130,0	1 x 150	150,0	2 x 200	370,0	5 x 200	925,0	7 x 200	1295,0	15	0,25
	1	2 x 40	114,0	2 x 75	176,0	2 x 75	176,0	2 x 125	260,0	2 x 150	300,0	6 x 100	660,0		
	1	2 x 25	84,0	2 x 25	84,0	2 x 50	132,0	2 x 50	132,0	2 x 75	176,0	2 x 50	132,0		
	1	3 x 10	99,0	3 x 10	99,0	3 x 15	111,0	3 x 25	126,0	3 x 50	198,0				
Zwischensumme (1)			385,0		489,0		569,0		888,0		1599,0		2087,0		
2.Montage, je Tank	1	8	40,0	8	40,0	8	40,0	9	45,0	12	60,0	15	75,0	15	-
Montage, 10 %	1		38,5		48,9		56,9		88,8		159,9		208,7	15	-
Zwischensumme (2)			463,5		577,9		665,9		1021,8		1818,9		2370,7		
3.Ventile	1	58	281,3	58	281,3	58	281,3	86	417,1	109	593,0	204	1138,3	15	3,00
4.Milch- u. Laugenpumpen	1	2	11,0	2	11,0	2	11,0	4	22,0	6	33,0	10	55,0	7	1,50
5.Meß- u. Regeltechnik	1	33	39,6	33	39,6	33	39,6	38	47,9	52	67,1	66	89,8	7	1,50
6.Elekt. Proz.-Steuerung	1	101	92,0	101	92,0	101	92,0	137	139,0	179	163,0	295	297,0	15	2,50
7.Montage (3.-6.)	1		65,0		65,0		65,0		79,0		122,0		252,0	15	-
8.Inbetriebnahme	1		18,0		18,0		18,0		20,0		26,0		35,0	15	-
Zwischensumme (3)			506,9		506,9		506,9		725,0		1004,0		1867,1		
Summe masch. Investitionen			970,4		1084,8		1172,8		1746,8		2822,9		4237,8		
9.Gebäude f. Ventilknoten	1	67	74,0	67	74,0	71	78,5	84	92,8	120	132,6	150	165,8	50	2,00
10.Fundament + Geb.-anschl.	1	103	57,8	103	57,8	107	59,6	138	74,9	192	103,4	240	129,3	15	2,00
11.Grundstück	1	170	6,2	170	6,2	178	6,4	222	8,0	312	11,3	390	14,1		
Summe baul. Investitionen			138,0		138,0		144,5		175,8		247,3		309,2		
Gesamtinvestitionen			1108,4		1222,8		1317,3		1922,5		3070,3		4546,9		

1) 1 = Produktgruppe Lagermilch 2) Tankgrößen in 1000 l; Größe für Grund./Gebäude in m²

Tab. 10: Anlagegüter des Milchlagers bei 28%iger Beschäftigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Modell 2 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Modell 3 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Modell 4 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Modell 5 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Modell 6 Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
1. Tanks (inkl. Rührw.)	1 1 1 1	1 x 20 9 x 10	40,0 297,0	1 x 30 3 x 15 6 x 10	47,0 111,0 198,0	1 x 40 3 x 20 6 x 10	57,0 120,0 198,0	1 x 100 2 x 40 2 x 30 5 x 10	110,0 114,0 94,0 165,0	1 x 200 3 x 75 4 x 25 2 x 10	185,0 264,0 168,0 66,0	1 x 200 3 x 100 3 x 50 4 x 20	185,0 330,0 198,0 160,0	15	0,25
Zwischensumme (1)			337,0		356,0		375,0		483,0		683,0		873,0		
2. Montage, je Tank	1	10	50,0	10	50,0	10	50,0	10	50,0	10	50,0	11	55,0	15	-
Montage, 10 %	1		33,7		35,6		37,5		48,3		68,3		87,3	15	-
Zwischensumme (2)			420,7		441,6		462,5		581,3		801,3		1015,3		
3. Ventile	1	66	320,1	66	320,1	66	320,1	92	446,2	99	538,6	176	982,1	15	3,00
4. Milch- u. Laugenpumpen	1	2	11,0	2	11,0	2	11,0	4	22,0	6	33,0	10	55,0	7	1,50
5. Meß- u. Regeltechnik	1	41	49,2	41	49,2	41	49,2	42	52,9	44	56,8	50	68,0	7	1,50
6. Elektr. Proz.-Steuerung	1	119	108,4	119	108,4	119	108,4	148	150,2	159	144,8	247	248,7	15	2,50
7. Montage (3.-6.)	1		76,6		76,6		76,6		85,3		108,4		211,0	15	-
8. Inbetriebnahme	1		21,2		21,2		21,2		21,6		23,1		29,3	15	-
Zwischensumme (3)			586,5		586,5		586,5		778,2		904,6		1594,1		
Summe masch. Investitionen			1007,2		1028,1		1049,0		1359,5		1705,9		2609,4		
9. Gebäude f. Ventilknoten	1	71	78,5	73	80,7	76	84,0	85	93,9	86	95,0	102	112,7	50	2,00
10. Fundament + Geb.-anschluß	1	95	57,3	97	58,2	112	64,8	125	70,6	138	76,4	168	91,3	15	2,00
11. Grundstück	1	166	6,0	170	6,2	188	6,8	210	7,6	224	8,1	270	9,8		
Summe baul. Investitionen			141,7		145,0		155,6		172,2		179,5		213,7		
Gesamtinvestitionen			1148,9		1173,1		1204,6		1531,7		1885,4		2823,1		

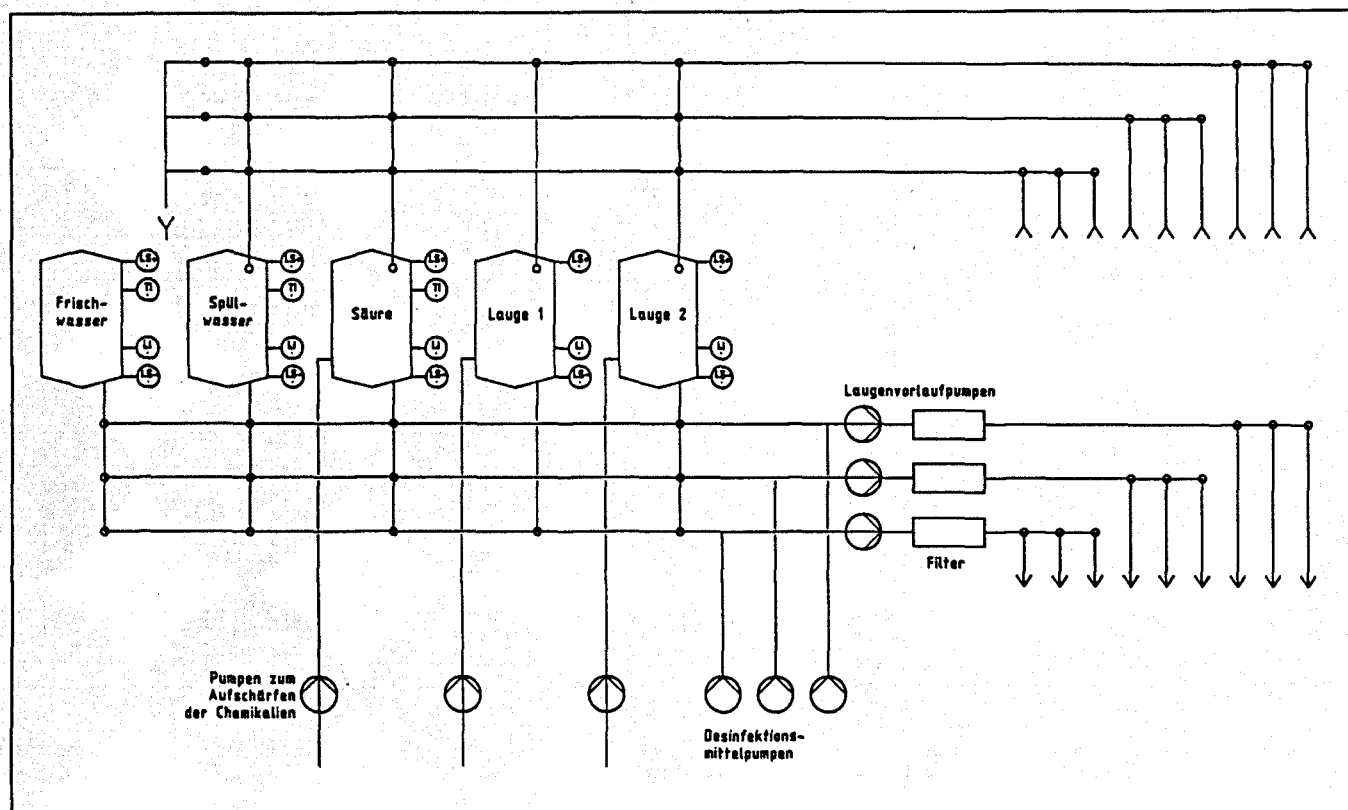
1) 1 = Produktgruppe Lagermilch 2) Tankgrößen in 1000 l; Größe für Grund./Gebäude in m<sup>2</sup>

Tab. 11: Anlagegüter der Zentralen Chemischen Reinigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
1. Laugen/Säure-Tanks	A	3x 7,5	96,0	3x 7,5	96,0	3x 7,5	96,0	3x 7,5	96,0	3x 10,0	100,0	3x 10,0	100,0	15	0,25
2. Wassertanks	A	5 + 7,5	24,0	5 + 7,5	24,0	5 + 7,5	24,0	5 + 7,5	24,0	7,5+ 10	40,0	7,5+ 10	40,0	15	0,25
3. Ventile	A	50	215,0	50	215,0	50	215,0	50	215,0	70	310,0	70	310,0	15	3,00
4. Pumpen	A	9	41,0	9	41,0	9	41,0	9	41,0	13	54,0	13	54,0	7	1,50
5. Meß- u. Regeltechnik	A	25	95,0	25	95,0	25	95,0	25	95,0	33	137,0	33	137,0	7	1,50
6. Elektr. Proz.-Steuerung	A	84	100,0	84	100,0	84	100,0	84	100,0	116	120,0	116	120,0	15	2,50
7. Montage	A		55,0		55,0		55,0		55,0		60,0		60,0	15	-
8. Inbetriebnahme	A		20,0		20,0		20,0		20,0		30,0		30,0	15	-
Summe masch. Investitionen			646,0		646,0		646,0		646,0		851,0		851,0		
9. Gebäude	A	100	59,5	100	59,5	100	59,5	100	59,5	130	77,3	130	77,3	50	2,00
Summe baul. Investitionen			59,5		59,5		59,5		59,5		77,3		77,3		
Gesamtinvestitionen			705,5		705,5		705,5		705,5		928,4		928,4		

1) A = Abteilung 2) Tankgrößen in 1.000 l; Größe für Grund./Gebäude in m²

Abb. 7: Technische Ausstattung der Unterabteilung „Zentrale Chemische Reinigung“ im Modell 4



### 3.1.5 Zentrale Bedienung

*Tabelle 12a* weist die Anlagegüter der Zentralen Bedienung bei 100%iger Beschäftigung aus.

- Die *EDV-Hardware* besteht in den Modellen 1–3 aus einem PC inklusive Bildschirm und Drucker. Ab Modell 4 verdoppelt sich die Anzahl der benötigten EDV-Einheiten, um die erforderlichen Steuerungs- und Kontrollaufgaben übersichtlicher und effektiver bewältigen zu können.
- Die *EDV-Software* ist als modulares System zu verstehen, bei dem ein Grundprogramm auf die Standardabläufe in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ ausgelegt ist. Zusätzliche Steuerungsaufgaben – sei es wegen im Vergleich zum Grundprogramm anderer Produktionsstrukturen in der Abteilung, sei es, daß die Anzahl der zu steuernden Stellglieder und Ventile zunimmt – bedürfen dann einer modularen Erweiterung des Grundprogramms. Daher ist es möglich, die Investitionsbeträge und damit auch die Kosten für die Software verursachungsgerecht den einzelnen Produktgruppen für die jeweiligen technischen Ausstattungen der Abteilung zuzuordnen. Die Instandhaltungsquote ist, bezogen auf die Hard- und Software, als jahresfixer Wert (Wartungsvertrag) zu verrechnen. Mengenproportional zu verrechnende Reparaturen fallen nicht an.
- Ebenso wie die Software kann auch die *Montage und Inbetriebnahme* gemäß der Kostenverursachung produktspezifisch in Ansatz gebracht werden. Dies ist möglich, weil die einzelnen Steuerungsmodule der Steuerungs- und Regelungsebene (vgl. Kap. 2.4.5) und damit auch deren Montage inkl. der hierfür benötigten Arbeitszeit und des eingesetzten Materials genau den entsprechenden Steuerungsaufgaben zugeordnet werden können.
- Die Position *Gebäude* weist den Flächenbedarf für zwei schallisolierte Räume aus. In einem Raum befinden sich PCs und Drucker (Bedien- und Leitebene), im zweiten sind die in Schränken installierten Steuermodule der Steuerungs- und Regelungsebene untergebracht.

Eine Anpassung der Zentralen Bedienung bei Beschäftigungen  $\leq 28\%$  (*Tabelle 12b*) ergibt sich zwangsläufig aus der Anpassung der technischen Ausstattung von Rohmilchannahme und Milchlager.

- Während die EDV-Hardware und die baulichen Anlagegüter nicht verändert werden, erhöhen sich in den Modellen 1–4 die der Lagermilch (Kennung 1) zuzuordnenden Investitionen für Software und für Montage etc., da dort mit der Anpassung die Zahl der Tanks steigt.
- Abteilungsbezogen ändern sich nur die Investitionsbeträge in den Modellen 5 und 6, was auf die dortige Veränderung der Tankzahlen im Rohmilchlager zurückzuführen ist.
- Die Produktgruppe Rahm ist nicht von der Anpassung betroffen.

### 3.2 Weitere Produktionsfaktoren

Anhand der im Kapitel 2.4 definierten allgemeinen technischen Voraussetzungen und der im vorangegangenen Kapitel dargestellten modellspezifischen maschinellen und baulichen Ausstattung der einzelnen Unterabteilungen werden im folgenden die Mengenverbräuche der übrigen Produktionsfaktoren abgeleitet und zusammen mit deren Preisen tabellarisch ausgewiesen.

#### 3.2.1 Personal

Die methodische Weiterentwicklung der Modellabteilungsrechnung (1) führt im Bereich des Produktionsfaktors Personal dazu, daß zusätzlich zu den tagesfixen,

Tab. 12a: Anlagegüter der Zentralen Bedienung bei 100%iger Beschäftigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl, Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
1. EDV-Hardware	A	1	10,0	1	10,0	1	10,0	2	20,0	2	20,0	2	20,0	7	10,00
2. EDV-Software	1		46,0		46,0		46,0		69,5		81,5		148,5	7	10,00
	3		17,9		17,9		17,9		22,4		28,5		34,6		
	A		104,6		104,6		104,6		142,0		214,8		317,9		
3. Montage u. Inbetrieb- nahme d. Gesamtanlage	1		41,5		41,5		41,5		49,5		74,0		143,5	7	-
	3		14,9		14,9		14,9		17,2		20,9		24,4		
	A		85,5		85,5		85,5		119,0		200,7		309,7		
Masch. Investitionen	1		87,5		87,5		87,5		119,0		155,5		292,0		
	3		32,8		32,8		32,8		39,6		49,4		59,0		
	A		200,2		200,2		200,2		281,1		435,4		647,6		
Summe masch. Investitionen			320,4		320,4		320,4		439,7		640,3		998,6		
4. Gebäude (3 m Höhe)	A	36	20,5	36	20,5	36	20,5	42	23,9	66	37,6	90	51,3	50	2,00
5. Grundstück	A	36	1,3	36	1,3	36	1,3	42	1,5	66	2,4	90	3,3		
Summe baul. Investitionen	A		21,8		21,8		21,8		25,5		40,0		54,6		
Gesamtinvestitionen	1		87,5		87,5		87,5		119,0		155,5		292,0		
	3		32,8		32,8		32,8		39,6		49,4		59,0		
	A		222,0		222,0		222,0		306,5		475,4		702,1		
Investitionen insgesamt			342,2		342,2		342,2		465,1		680,3		1053,2		



Tab. 12b: Anpassung der Zentralen Bedienung bei 28%iger Beschäftigung

Anlagegüter	Zu- ord- nung <sup>1</sup>	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)
		Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM	Anzahl <sub>2</sub> , Größe <sup>2</sup>	Betrag 1000 DM		
2. EDV-Software	1 A		54,2		54,2		54,2		75,1		72,4 203,7		124,3 266,6		
3. Montage u. Inbetrieb- nahme d. Gesamtanlage	1 A		48,9		48,9		48,9		53,5		65,7 187,6		120,2 248,3		

1) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 3 = Produktgruppe Rahm      2) Größe für Grundstück und Gebäude in m<sup>2</sup>

chargenfixen und mengenproportionalen Arbeitszeitverbräuchen auch die erforderliche *Anzahl* an Arbeitskräften zu ermitteln ist, da die abteilungsspezifisch zu verrechnenden Fixkosten kopfzahlabhängig sind, wobei nicht nur die momentan tätigen Mitarbeiter zählen, sondern alle, die über das Jahr gesehen planmäßig in der Modellabteilung beschäftigt werden.

Darüber hinaus wird nunmehr bei der Bewertung des Personaleinsatzes und der Arbeitszeitverbräuche der Einfluß unterschiedlicher Beschäftigungssituationen (7 Produktionstage/Woche im 1-Schicht-, 2-Schicht- oder 3-Schicht-Betrieb mit oder ohne Überstunden) berücksichtigt und findet seinen Niederschlag in entsprechend unterschiedlichen Faktorpreisen für die jeweilige Beschäftigungsvariation.

Für drei Aufgabenbereiche wird in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ Personal unterschiedlicher Qualifikation benötigt:

- Leitung, Steuerung und Überwachung der gesamten Abteilung. Diese wichtige und anspruchsvolle Aufgabe verlangt Personal mit einer Qualifikation, die die Vergütungsgruppe „Maschinenführer“ beschreibt.
- Untersuchung der Roh- und Lagermilch auf Inhaltsstoffe, für die die Qualifikation einer „Laborkraft“ erforderlich ist.
- Raumreinigung in den einzelnen Unterabteilungen. Diese Tätigkeiten können von einer Arbeitskraft der Vergütungsgruppe „Arbeiter, leicht“ durchgeführt werden.

Der Personalbedarf und Arbeitszeitverbrauch für die Aufgaben des Maschinenführers werden in der *Tabelle 13* dargestellt.

Bei der Ermittlung des planmäßigen Personalbedarfs (jahresfix) und der betriebszeitabhängigen Arbeitszeitverbräuche, die sich je nach Verursachung als tagesfixe, chargenfixe oder mengenproportionale Verbräuche ergeben, wurde in den einzelnen Modellen von folgendem unterschiedlichen Bedarf von zu leistenden Arbeitsstunden je Betriebsstunde (spezifischer Arbeitskräftebedarf) ausgegangen:

Modell 1–3: 0,67 zu leistende Stunden/Betriebsstunde,

Modell 4: 0,83 zu leistende Stunden/Betriebsstunde,

Modell 5: 1,0 zu leistende Stunden/Betriebsstunde,

Modell 6: 1,1 zu leistende Stunden/Betriebsstunde.

Mit diesen nach der Größe der Modelle gestaffelten Faktoren soll zum Ausdruck gebracht werden, daß z.B. in den kleineren Modellen pro Betriebsstunde Personal im Durchschnitt nur zu 2/3 der Zeit erforderlich ist, während in Modell 6 pro Betriebsstunde durchschnittlich ein 1,1facher Personaleinsatz verlangt wird.

Zunächst wird in *Tabelle 13* unter jahresfix die für die jeweilige Beschäftigungsvariation erforderliche *Anzahl von Arbeitskräften* ausgewiesen.

Die Anzahl der planmäßigen notwendigen Maschinenführer errechnet sich für jede Beschäftigungsvariation gesondert aus einer Gegenüberstellung des Personalstundenbedarfs ( $\text{Betriebsstunden/Jahr} \times \text{spezifischer Arbeitskräftebedarf/Betriebsstunde}$ ) und dem beschäftigungsbezogenen Arbeitsstundenangebot je Arbeitskraft, wie es sich aus entsprechenden Basiskalkulationen (vgl. 1, Kap. 4) ergibt. Am Beispiel eines durchgängigen 3-Schicht-Betriebes (Beschäftigung von 100%) soll die Berechnung für Modell 5 kurz erläutert werden:

Bei einer 100%igen Beschäftigung ist für 8.760 Betriebsstunden im Jahr (= 24 Betriebsstunden an 365 Tagen) der Personalbedarf zu decken. Bei der Ermittlung der insgesamt erforderlichen Personalstunden ist der spezifische Arbeitskräftebedarf/Betriebsstunde noch zu berücksichtigen. Da der spezifische Arbeitskräftebedarf/Betriebsstunde für Modell 5 1,0 beträgt, ergibt sich hier ein Personalstundenbedarf von insgesamt 8.760.

Um die Anzahl der planmäßigen Mitarbeiter zu ermitteln, sind nunmehr die im Jahr möglichen Leistungsstunden eines Maschinenführers zu dem gesamten Personalstundenbedarf in Beziehung zu setzen. Wenn man davon ausgeht, daß ein Maschinenführer unter der hier genannten Beschäftigungssituation (3-Schicht-Betrieb, Produktion an 7 Tagen in der Woche) im Jahr 1.551 Arbeitsstunden (ohne Berücksichtigung von Überstunden, da 3-Schicht-Betrieb) leistet, dann sind im Modell 5 5,65 Arbeitskräfte (=  $8.760:1.551$ ) erforderlich. Da nur ganze Arbeitskräfte als planmäßige Mitarbeiter der Abteilung zuzuordnen sind, ergeben sich insgesamt 6 planmäßige Mitarbeiter, deren jahresfixe Kosten der Abteilung zugerechnet werden.

Dies geschieht unabhängig davon, daß die gesamte Leistungszeit von 9.306 Stunden (=  $6 \times 1.551$ ) den Bedarf von 8.760 Stunden überschreitet. In diesem Fall wird davon ausgegangen, daß die überschüssigen Stunden in anderen Abteilungen unter Vermittlung eines Betriebspools geleistet werden. Mit den sich hieraus ergebenden variablen Kosten wird die Modellabteilung nicht belastet.

Bei der Ermittlung des insgesamt erforderlichen Personalstundenbedarfs für die übrigen Modelle, bei denen der spezifische Arbeitskräftebedarf/Betriebsstunde kleiner bzw. größer gleich 1 ist, ist entsprechend zu verfahren, wobei jedoch darauf hinzuweisen ist, daß Arbeitskräftebedarfsfaktoren größer 0,5 bis 1 – wie dies in den Modellen 1 bis 4 z. B. der Fall ist – bei der Berechnung der Anzahl der planmäßigen Mitarbeiter nicht zum Tragen kommen, da das Personal zeitweise zwar nicht benötigt wird und dann in anderen Abteilungen arbeiten kann, insgesamt jedoch über die ganze Betriebszeit im Betrieb anwesend sein muß. Ihre abteilungsspezifischen Fixkosten sind deshalb in voller Höhe von der Modellabteilung zu tragen, auch wenn zur Erreichung der Normalarbeitszeit eine stundenweise Beschäftigung in anderen Abteilungen praktiziert wird. Erst Arbeitskräftebedarfsfaktoren größer als 1 führen zu höherem Personalbedarf.

Die Bewertung des Personalbedarfs erfolgt entsprechend der jeweiligen Beschäftigungssituation. Auch dies ist ein Ergebnis der methodischen Weiterentwicklung der Modellabteilungsrechnung (vgl. 1, Kap. 4). Die auf die Abteilung zu verrechnenden jahresfixen Kosten/Arbeitskraft bewegen sich unter den hier gegebenen Bedingungen beim Maschinenführer zwischen 13.262 DM im 3-Schicht-Betrieb und 10.256 DM im 1-Schicht-Betrieb.

Zu den *laufenden Arbeitszeitverbräuchen* des Maschinenführers erscheinen folgende Anmerkungen erforderlich: Der tagesfixe Arbeitszeitbedarf für Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten beträgt für alle Modelle einheitlich 2,08 h (vgl. Kap. 2.3.1). Daraus ergeben sich unter Berücksichtigung des spezifischen Arbeitskräftebedarfs Zeitverbräuche von 1,4 h im Modell 1 bis 2,3 h im Modell 6.

Unter *chargenfixen Zeiten* sind hier zusätzliche Zeiten für eine Zwischenreinigung in der dritten Schicht ausgewiesen. Für alle Modelle wird dafür eine einheitliche Dauer von 0,41 h (vgl. Kap. 2.3.1) angesetzt, die jedoch unter Berücksichtigung des spezifischen Arbeitskräftebedarfs zu Zeitverbräuchen von 0,27 h im Modell 1 bis 0,45 h in Modell 6 führt.

Ausgangspunkt für die Ermittlung der mengenproportionalen Arbeitszeitverbräuche, die sich auf Tsd. kg Milchverarbeitung beziehen, sind die Verarbeitungsmengen je Betriebsstunde in den einzelnen Modellen. Weiterhin ist auch hier der spezifische Arbeitskräftebedarf pro Betriebsstunde zu berücksichtigen. So werden z. B. im Modell 1 pro Betriebsstunde 15.000 kg Milch verarbeitet, d. h. pro Betriebsstunde wären ( $1:15 =$ ) 0,0667 Arbeitsstunden je Tsd. kg zu leisten. Da der Arbeitskräftebedarf pro Betriebsstunde in Modell 1 jedoch nur 0,67 ist, ergibt sich daraus ein mengenproportional zu verrechnender Arbeitszeitverbrauch von 0,0447 h/ Tsd. kg Milchverarbeitung.

Tab. 13: Personaleinsatz und Arbeitszeitverbrauch für Maschinenführer in der „Allgemeinen Milchbehandlung“

Kostenart Personal	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis DM/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>jahresfix</b> bei Beschäftigung von 100 %	A	Anzahl	13.262	6	6	6	6	6	6
80 %	A	Anzahl	13.262	5	5	5	5	5	5
65 %	A	Anzahl	10.486	4	4	4	4	4	4
50 %	A	Anzahl	10.486	3	3	3	3	3	3
37 %	A	Anzahl	10.256	3	3	3	3	3	3
28 %, 23 %, 18 %	A	Anzahl	10.256	2	2	2	2	2	2
<b>tagesfix</b> bei Beschäftigung von 100 %, 80 %	A	h	24,85	1,40	1,40	1,40	1,73	2,09	2,30
65 %, 50 %	A	h	22,79	1,40	1,40	1,40	1,73	2,09	2,30
37 - 18 %	A	h	21,81	1,40	1,40	1,40	1,73	2,09	2,30
<b>chargenfix</b> bei Beschäftigung von 100 %, 80 %	A	h	24,85	0,27	0,27	0,27	0,34	0,41	0,45
<b>mengenproportional<sup>b</sup></b> bei Beschäftigung von 100 %, 80 %	A	h	24,85	0,0447	0,0268	0,0191	0,0119	0,0071	0,0052
65 %, 50 %	A	h	22,79	0,0447	0,0268	0,0191	0,0119	0,0071	0,0052
37 - 18 %	A	h	21,81	0,0447	0,0268	0,0191	0,0119	0,0071	0,0052

a) A = Abteilung

b) je 1000 kg Output der Abteilung

Die Bewertung der tagesfixen, chargenfixen und mengenproportionalen Arbeitszeitverbräuche erfolgt in Abhängigkeit von der Beschäftigung. Unter Berücksichtigung von Nachtschichtzuschlägen im 3-Schicht-Betrieb ergeben sich höhere Kosten je geleistete Stunde (DM 24,85) als im 1-Schicht-Betrieb (DM 21,81).

Außerdem ist die Zuordnung der Personalkosten zu klären, d.h., es ist die Frage zu stellen, ob sie produkt- oder abteilungsspezifisch verrechenbar sind und welcher Unterabteilung sie zugeordnet werden können.

Da die Steuerung und Überwachung der Abläufe in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in der den übrigen Unterabteilungen übergeordneten „Zentralen Bedienung“ erfolgt (vgl. Kap. 2.1), sind demzufolge auch die Personalkosten für diese Aufgaben in der Unterabteilung „Zentrale Bedienung“ zu verrechnen. Daraus ergibt sich weiterhin, daß diese Personalkosten als Einzelkosten der Abteilung zu betrachten sind, denn eine produktspezifische Zuordnung ist auf Grund ihrer Verursachung nicht möglich.

Als *zweiter Aufgabenbereich* für das Personal in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ wurde die chemisch-physikalische Untersuchung der Roh- und der Lagermilch auf Inhaltsstoffe genannt. Der Personalbedarf für diese Untersuchungen wird von einer planmäßigen Arbeitskraft aus dem Labor gedeckt. Dies bedeutet, daß alle abteilungsspezifischen fixen Personalkosten für einen Laboranten dem Labor zugerechnet werden, da der in Anspruch genommene Anteil der Normalarbeitszeit weniger als 50% beträgt. Der tagesfixe und mengenproportionale Personalverbrauch wird dagegen gemäß seiner Verursachung in den entsprechenden Unterabteilungen der „Allgemeinen Milchbehandlung“ verrechnet (vgl. Tabelle 14).

Für die Untersuchung der Rohmilch entstehen in Abhängigkeit von der Modellgröße unterschiedliche tagesfixe Verbräuche für das Einsammeln der Proben in der Rohmilchannahme und deren Transport ins Labor sowie für deren Untersuchung und die Dokumentation der Ergebnisse. Darüber hinaus entsteht für die Untersuchung der Rohmilch in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Menge ein Arbeitszeitverbrauch von 0,0003 h/Tsd. kg Rohmilch.

Für die Kontrolluntersuchungen der Lagermilch sind täglich 0,25 h erforderlich. Hier kommt nur ein tagesfixer Arbeitszeitverbrauch zum Ansatz, weil unabhängig von der Menge täglich die gleiche Anzahl von Proben für 10 Sorten Lagermilch zu untersuchen ist. Für die Bewertung des Arbeitszeitverbrauchs der Laborkraft werden 19,55 DM/h angesetzt; sie ergeben sich unter der Voraussetzung, daß im Labor im 1-Schicht-Betrieb an 7 Tagen in der Woche ohne Überstunden gearbeitet wird.

Der *dritte Aufgabenbereich* des Personals in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ betrifft die Raumreinigung. Für die Reinigung der Gebäude- und Hofflächen in den einzelnen Unterabteilungen kommt eine Arbeitskraft der Vergütungsgruppe „Arbeiter (leicht)“ zum Einsatz. Diese Arbeitskraft gehört zu einer speziellen Reinigungskolonie des Betriebes, und demzufolge werden auch die Personalfixkosten dort verrechnet.

Die Arbeitszeitverbräuche, die in den einzelnen Modellen den jeweiligen Unterabteilungen zugerechnet werden, sind in Tabelle 14 ausgewiesen. Wie sich die Arbeitszeitverbräuche für die Reinigung im einzelnen zusammensetzen, soll am Beispiel der Rohmilchannahme näher erläutert werden.

Unter Berücksichtigung der zu reinigenden Flächen ergeben sich für Modell 1 nachstehende Arbeitszeitverbräuche:

Annahmehalle	0,35 Arbeitsstunden/Reinigung
Reinigungshalle für TSW	0,25                   "
bes. Verkehrsfläche	0,33                   "
Rohmilchtanklager	0,43                   "

Tab. 14: Arbeitszeitverbrauch für Laboranten und Arbeiter (leicht) in verschiedenen Unterabteilungen bei 100% (28%)iger Beschäftigung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis DM/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Personal</b>									
<b>Laborant</b>									
<i>tagesfix</i>									
- Rohmilchannahme	A	h	19,55	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
- Milchlager	1	h	19,55	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>mengenproportional<sup>b</sup></i>									
- Rohmilchannahme	A	h	19,55	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
<b>Arbeiter, leicht</b>									
<i>jahresfix</i>									
- Rohmilchannahme	A	h	14,17	135	135	135	175	270 (260)	330 (310)
- Betriebsraum	A	h	14,17	60	60	65	90	130	175
	3	h	14,17	30	30	35	35	40	40
- Milchlager	1	h	14,17	40	40	40	50 (45)	65 (50)	80 (55)
- Zentr. Chem. Reinigung	A	h	14,17	30	30	30	30	35	35
- Zentrale Bedienung	A	h	14,17	70	70	70	75	105	135

a) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 3 = Produktgruppe Rahm

b) je 1000 kg RES

Eine tägliche Reinigung wird nicht für notwendig gehalten, vielmehr werden in allen Modellen für die Annahmehalle und die Reinigungshalle für TSW 3 Reinigungen/Woche und für die besondere Verkehrsfläche und das Rohmilchtanklager 1 Reinigung/Woche für ausreichend gehalten. Für den Beispielsfall ergibt das folgende Reinigungszeiten/Woche:

Annahmehalle	1,05 Arbeitsstunden/Woche
Reinigungshalle für TSW	0,75                   "
bes. Verkehrsfläche	0,33                   "
Rohmilchtanklager	0,43                   "
insgesamt	<u>2,56 Arbeitsstunden/Woche</u>

Diese Reinigungszeit/Woche ist aus EDV-abrechnungstechnischen Gründen auf ein Jahr zu beziehen, da eine wochenfixe Position nicht vorgesehen ist. Die Alternative wäre ein tagesfixer Ansatz, der jedoch bei einer denkbaren Variation der Produktionstage zu Fehlern führen würde. Als jahresfixe Arbeitszeit bei 52,14 Wochen/Jahr ergeben sich also 135 Arbeitsstunden in Modell 1, die ein Arbeiter für die Reinigung in der Unterabteilung Rohmilchannahme zu erbringen hat.

Nach diesem Prinzip ist auch die Reinigung der übrigen Unterabteilungen kalkuliert worden, wobei die Reinigungshäufigkeit zwischen einmal und dreimal pro Woche schwankt, so daß die Bewertung der Arbeitszeitverbräuche auf der Basis einer 5-Tage-Woche im 1-Schicht-Betrieb ohne Überstunden erfolgen kann.

### 3.2.2 Energie und Betriebsstoffe

Der Produktionsfaktor Energie umfaßt in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ folgende Energiearten: Fremdstrom, Fremdwasser und Abwasser, Eigendampf, Kälte (indirekt) und Druckluft, die je nach Bedarf in unterschiedlichem Maße in den einzelnen Unterabteilungen zum Einsatz kommen. An Betriebsstoffen werden im Rahmen dieser Untersuchung der Verbrauch von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln in den einzelnen Unterabteilungen der „Allgemeinen Milchbehandlung“ berücksichtigt. Der Verbrauch von Schmieröl etc. wird unter den Kostenarten „Instandhaltung“ bzw. „Reparaturen“ verrechnet.

In den nachfolgenden Tabellen werden die einzelnen Energie- und Betriebsstoffarten, gegliedert nach Kostenabhängigkeiten (jahresfix, tagesfix, chargenfix und mengenproportional), für jede Unterabteilung getrennt aufgeführt. Zur Ermittlung der Faktormengenverbräuche für die einzelnen Kostenarten sollen im folgenden einige Erläuterungen gegeben werden.

In allen Unterabteilungen ergeben sich die jahresfixen Mengen der Kostenarten Fremdstrom, Eigendampf, Fremdwasser und Abwasser sowie Reinigungs- und Desinfektionsmittel als Verbrauchswerte für die Raumreinigung der jeweiligen Unterabteilung. Entsprechend der zu reinigenden Fläche, der Reinigungshäufigkeit und den zum Einsatz gelangenden Geräten ergeben sich wochenfixe Verbräuche, die aus den bereits genannten Gründen (vgl. Kap. 3.2.1) als jahresfixe Verbräuche ausgewiesen werden.

In den Unterabteilungen Rohmilchannahme und Milchlager werden Verbrauchswerte sowohl für eine 100%ige als auch für eine 28%ige Beschäftigung dargestellt. Die abweichenden Faktormengenverbräuche für die 28%ige Beschäftigung ergeben sich durch die einmalige quantitative Anpassung der Tankläger für Rohmilch und Lagermilch (vgl. Kap. 2.4.1 und 2.4.3).

Tab. 15a: Energie und Betriebsstoffe in der Rohmilchannahme bei 100% (28%)iger Beschäftigung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Fremdstrom</b>									
jahresfix	A	kWh	16,1	240	240	240	320	450 (420)	600 (560)
tagesfix	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	65,2	65,2	65,2	108,4	185,6	239,6
mengenproportional <sup>c</sup>	1,2,3	kWh	16,1 <sup>b</sup>	0,296	0,316	0,346	0,346	0,346	0,346
	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	0,69 (0,79)	0,66 (0,69)	0,61 (0,67)	0,61 (0,64)	0,61	0,61
<b>Eigendampf</b>									
jahresfix	A	t	2.635	9	9	9	12	18	22
tagesfix	A	t	2.635	0,017	0,017	0,017	0,021	0,026	0,034
mengenproportional <sup>c</sup>	A	t	2.635	0,009 (0,011)	0,009	0,008 (0,009)	0,008 (0,009)	0,008	0,008
<b>Kälte</b> (indirekt)									
mengenproportional <sup>c</sup>	1,2,3	MJ	1,55	6	6	6	6	6	6
<b>Druckluft</b>									
tagesfix	A	m³	2,15	58	58	58	106	173	291

a) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 2 = Produktgruppe Verarbeitungsmilch; 3 = Produktgruppe Rahm.

b) Der Preis je kWh ermäßigt sich im 3-Schicht-Betrieb auf ø 14,6 Pf.

c) je 1.000 kg RES.



Tab. 15b: Energie und Betriebsstoffe in der Rohmilchannahme bei 100% (28%)iger Beschäftigung – Fortsetzung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Fremdwasser u. Abwasser</b>									
jahresfix	A	m³	237 <sup>d</sup>	160	160	160	210	330 (310)	400 (370)
tagesfix	A	m³	404	15	15	15	30	50	65
mengenproportional <sup>c</sup>	A	m³	404	0,24 (0,27)	0,24 (0,25)	0,23 (0,25)	0,23 (0,24)	0,23	0,23
<b>Reinigungs- u. Desinf.-mittel</b>									
jahresfix	A	kg	195	6	6	6	8	13 (12)	16 (15)
tagesfix									
Ätznatron	A	kg	55	8,5	8,5	8,5	21,3	44,8	76,8
Salpetersäure	A	kg	60	1,1	1,1	1,1	2,6	5,5	9,5
Desinfektionsmittel	A	kg	186	1,6	1,6	1,6	4,0	8,4	14,4
mengenproportional <sup>c</sup>									
Ätznatron	A	kg	55	0,248 (0,323)	0,238 (0,266)	0,221 (0,266)	0,221 (0,238)	0,221	0,221
Salpetersäure	A	kg	60	0,012	0,011	0,008	0,008	0,008	0,008

a) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 2 = Produktgruppe Verarbeitungsmilch; 3 = Produktgruppe Rahm.

c) je 1.000 kg RES.

d) Durch die Verwendung von Brauchwasser entstehen nur Abwasserkosten.

Tab. 16a: Energie und Betriebsstoffe im Betriebsraum

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Fremdstrom</b>									
jahresfix	3	kWh	16,1	60	60	75	75	75	75
	A	kWh	16,1	120	120	135	180	270	360
tagesfix	3	kWh	16,1 <sup>b</sup>	14	22	32	32	36	40
	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	53	89	125	244	484	724
chargenfix	3	kWh	16,1 <sup>b</sup>	2	3	4	5	5	6
	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	9	16	23	45	90	135
mengenproportional <sup>c</sup>	1,2	kWh	16,1 <sup>b</sup>	1,36	1,362	1,457	1,457	1,457	1,457
	3	kWh	16,1 <sup>b</sup>	4,74	4,716	3,974	3,014	2,534	2,364
<b>Eigendampf</b>									
jahresfix	3	t	2.635	2,2	2,2	2,8	2,8	2,8	2,8
	A	t	2.635	4,4	4,4	5,0	6,7	10,0	13,3
tagesfix	3	t	2.635	0,04	0,04	0,08	0,10	0,16	0,20
	A	t	2.635	0,14	0,18	0,22	0,44	0,88	1,32
chargenfix	3	t	2.635	0,02	0,02	0,04	0,05	0,08	0,10
	A	t	2.635	0,07	0,09	0,11	0,22	0,33	0,66
mengenproportional <sup>c</sup>	1,2	t	2.635	0,0086	0,0086	0,0086	0,0086	0,0086	0,0086
	3	t	2.635	0,0143	0,0143	0,0143	0,0143	0,0143	0,0143
<b>Kälte (indirekt)</b>									
mengenproportional <sup>c</sup>	3	MJ	1,55	48	48	48	48	48	48
<b>Druckluft</b>									
tagesfix	3	m <sup>3</sup>	2,15	18	18	18	24	30	36
	A	m <sup>3</sup>	2,15	17	17	17	34	68	102

Tab. 16b: Energie und Betriebsstoffe im Betriebsraum – Fortsetzung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Fremdwasser u. Abwasser</b>									
jahresfix	3	m³	237 <sup>d</sup>	40	40	50	50	50	50
	A	m³	237 <sup>d</sup>	80	80	90	120	180	240
tagesfix	3	m³	404	1,8	2,8	3,9	4,0	4,3	4,6
	A	m³	404	3,4	5,5	7,6	15,2	30,4	45,6
chargenfix	3	m³	404	1,0	1,5	2,1	2,2	2,5	2,8
	A	m³	404	2,0	3,2	4,4	8,8	17,6	26,4
mengenproportional <sup>c</sup>	3	m³	167 <sup>e</sup>	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
<b>Reinigungs-u. Desinf.-mittel</b>									
jahresfix	3	kg	195	8	8	10	10	10	10
	A	kg	195	16	18	18	24	36	48
tagesfix	3	kg	55	2,4	2,4	4,0	5,6	8,8	11,2
	A	kg	55	7,2	9,6	12,0	24,0	48,0	72,0
	3	kg	60	1,4	1,4	2,3	3,2	5,1	6,5
	A	kg	60	4,2	5,5	6,9	13,8	27,6	41,4
	3	kg	186	0,3	0,3	0,5	0,7	1,1	1,4
	A	kg	186	0,9	1,2	1,5	3,0	6,0	9,0
chargenfix	3	kg	55	2,4	2,4	4,0	5,6	8,8	11,2
	A	kg	55	7,2	9,6	12,0	24,0	48,0	72,0

a) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 3 = Produktgruppe Rahm.

c) je 1.000 kg Verarbeitungsmenge.

d) Durch die Verwendung von Brauchwasser entstehen nur Abwasserkosten.

e) Das Kühlwasser wird aufgefangen und zur Raumreinigung benutzt, daher entstehen bei der Kühlung keine Abwasserkosten.

Die in der Unterabteilung Rohmilchannahme (vgl. *Tabelle 15a und b*) neben den jahresfixen dargestellten tagesfixen und mengenproportionalen Verbräuche werden im wesentlichen durch folgende Funktionsbereiche verursacht:

1. Pumpen und Nachkühlen der Rohmilch,
2. Innenreinigung der TSW,
3. Reinigung des Rohmilchlagers und
4. Reinigung der Annahmelinien.

Im Rahmen des ersten Funktionsbereiches wird die Rohmilch vom TSW in das Rohmilchlager und von dort in die einzelnen Betriebsgruppen gepumpt. Der hierbei entstehende Stromverbrauch ist zum einen abhängig von dem Rohmilchdurchsatz und zum anderen von der Anzahl und Größe der zum Einsatz gelangenden Pumpen. Die sich so ergebenden mengenproportionalen Stromverbräuche sind ebenso wie der mengenproportionale Kälteverbrauch als produktspezifische Verbräuche unmittelbar den einzelnen Produkten zuzuordnen.

Der Umfang des zweiten Funktionsbereiches, die Innenreinigung der TSW, wird ausführlich in Kap. 2.4.1 beschrieben. Hieraus ergeben sich Verbräuche an Fremdstrom, Eigendampf, Druckluft, Fremdwasser und Abwasser sowie Reinigungs- und Desinfektionsmitteln. Diese Verbräuche werden ebenso wie diejenigen der Tankreinigung (3. Funktionsbereich) als mengenproportionale Verbräuche ausgewiesen, obwohl sie ihrer Entstehung nach keine direkten mengenproportionalen Verbräuche darstellen, denn sie fallen eigentlich chargenweise bei jeder Reinigung eines TSW bzw. eines Tanks an. Da jedoch jedem TSW bzw. jedem Tank eine bestimmte Menge fest zugeordnet ist und täglich eine große Zahl von Chargen abgearbeitet wird, kann man, ohne nennenswerte Fehler zu begehen, die entstehenden Verbräuche als mengenproportionale Verbräuche ausweisen. Durch diese Vereinfachung reduziert sich der Aufwand für die Simulationsrechnungen erheblich.

Unabhängig davon können die so verrechneten Verbräuche jedoch nicht den Produkten als spezifische Verbräuche zugeordnet werden, weil die unmittelbare Verknüpfung zwischen Reinigungsmengen und Produktmengen nicht gegeben ist. Diese Faktormengen sind daher, obwohl mengenproportional verrechnet, nur als Einzelkosten der Abteilung zu betrachten.

Für die tägliche Reinigung der Annahmelinien (4. Funktionsbereich) fallen die unter tagesfix ausgewiesenen Verbräuche der verschiedenen Kostenarten an. In den tagesfixen Verbräuchen der Kostenart Fremdstrom sind darüber hinaus noch die Stromverbräuche für die Beleuchtung enthalten. Die tagesfixen Verbräuche der verschiedenen Kostenarten sind als Einzelkosten der Abteilung zu betrachten, da sie für alle Produkte gemeinsam anfallen.

Die Energie- und Betriebsstoffverbräuche für die Unterabteilung Betriebsraum sind in der *Tabelle 16a/b* dargestellt. Die dort ausgewiesenen tagesfixen, chargenfixen und mengenproportionalen Verbräuche ergeben sich durch die Produktbearbeitung (Zentrifugierung, Erhitzung) und die Reinigung der Aggregate.

Die im Zusammenhang mit der Produktbearbeitung entstehenden Faktormengenverbräuche der einzelnen Kostenarten entstehen in Abhängigkeit von der verarbeiteten Menge und können deshalb als mengenproportionale Verbräuche den einzelnen Produktgruppen zugeordnet werden. Die höheren Verbräuche für die Produktgruppe Rahm entstehen einerseits durch produktspezifisch höheren Faktoreinsatz bei der Erhitzung (vgl. Kap. 2.4.2) und andererseits durch die Zwischenlagerung des Rahms. Diese Zwischenlagerung des Rahms vor der Erhitzung macht auch eine Kühlung mittels Wasser und Eiswasser erforderlich. Die entsprechenden Verbrauchswerte hierfür sind die mengenproportionalen Verbräuche von Fremdwasser und Kälte (indirekt).

Tab. 17: Energie und Betriebsstoffe im Milchlager bei 100% (28%)iger Beschäftigung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Fremdstrom</b>									
jahresfix	1	kWh	16,1	75	75	75	105 (75)	135 (105)	165 (105)
tagesfix	1	kWh	16,1 <sup>b</sup>	87 (68)	100 (76)	113 (80)	169 (91)	311 (125)	395 (154)
<b>Eigendampf</b>									
jahresfix	1	t	2.635	2,8	2,8	2,8	3,9 (2,8)	5,0 (3,9)	6,1 (3,9)
tagesfix	1	t	2.635	0,90 (0,72)	0,96 (0,77)	1,10 (0,80)	1,47 (0,93)	2,49 (1,11)	3,20 (1,32)
<b>Druckluft</b>									
tagesfix	1	m³	2,15	58 (66)	58 (66)	58 (66)	86 (92)	109 (99)	204 (176)
<b>Fremdwasser u. Abwasser</b>									
jahresfix	1	m³	237 <sup>d</sup>	50	50	50	70 (50)	90 (70)	110 (70)
tagesfix	1	m³	404	13 (10)	14 (11)	16 (11)	21 (13)	35 (16)	45 (19)
<b>Reinigungs- u. Desinf.-mittel</b>									
jahresfix	1	kg	195	20	20	20	28 (20)	36 (28)	44 (28)
tagesfix									
Ätznatron	1	kg	55	39 (31)	41 (33)	48 (34)	63 (40)	107 (47)	136 (57)
Salpetersäure	1	kg	60	6 (5)	7 (5)	8 (6)	10 (7)	18 (8)	23 (9)
Desinf.-mittel	1	kg	186	8 (10)	8 (10)	8 (10)	9 (10)	18 (15)	23 (15)

a) 1 = Produktgruppe Lagermilch.

b) Der Preis je kWh ermäßigt sich im 3-Schicht-Betrieb auf ø 14,6 Pf.

d) Durch die Verwendung von Brauchwasser entstehen nur Abwasserkosten.

Tab. 18: Energie und Betriebsstoffe in der Zentralen Chemischen Reinigung und Zentralen Bedienung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Preis Pf/E	Faktormengenverbrauch					
				Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b><u>Zentrale Chem. Reinigung</u></b>									
<b>Fremdstrom</b>									
jahresfix	A	kWh	16,1	60	60	60	60	75	75
tagesfix	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	5	5	5	5	8	8
<b>Eigendampf</b>									
jahresfix	A	t	2.635	72,7	72,7	72,7	72,7	96,4	96,4
<b>Druckluft</b>									
tagesfix	A	m <sup>3</sup>	2,15	50	50	50	50	70	70
<b>Fremdwasser u. Abwasser</b>									
jahresfix	A	kWh	237 <sup>d</sup>	40	40	40	40	50	50
	A	kWh	404	585	585	585	585	780	780
<b>Reinigungsmittel</b>									
jahresfix P <sub>2</sub> mip	A	kg	195	16	16	16	16	20	20
Ätznatron	A	kg	55	13.000	13.000	13.000	13.000	17.300	17.300
Salpetersäure	A	kg	60	4.500	4.500	4.500	4.500	6.000	6.000
<b><u>Zentrale Bedienung</u></b>									
<b>Fremdstrom</b>									
jahresfix	A	kWh	16,1	50	50	50	50	70	90
tagesfix	A	kWh	16,1 <sup>b</sup>	14,8	14,8	14,8	22,4	29,4	36,4

a) A = Abteilung

b) Der Preis je kWh ermäßigt sich im 3-Schicht-Betrieb auf ø 14,6 Pf.

d) Durch die Verwendung von Brauchwasser entstehen nur Abwasserkosten.

Die für die Reinigung aller milch- und rahmführenden Aggregate der Unterabteilung Betriebsraum erforderlichen Faktormengenverbräuche der verschiedenen Kostenarten wurden auf der Basis der in Kap. 2.4.4 beschriebenen Reinigungsprogramme ermittelt. Neben den tagesfixen Verbräuchen für die tägliche Endreinigung entstehen zusätzliche Verbräuche im 3-Schicht-Betrieb für eine Zwischenreinigung, die als chargenfix ausgewiesen werden.

Der für die Kostenart Druckluft in Ansatz gebrachte tagesfixe Verbrauch für die Ventilschaltungen wird sowohl von der Produktbearbeitung als auch von der Reinigung der Aggregate verursacht und konnte, da ein Verbrauch in Abhängigkeit von der verarbeiteten Menge nicht eindeutig gegeben war, nur als tagesfixer Verbrauch in einer groben Schätzung dargestellt werden.

Die für das Milchlager in der *Tabelle 17* aufgeführten Faktormengenverbräuche der Energie- und Betriebsstoffkostenarten werden fast ausnahmslos durch die Reinigung der Tanks und der entsprechenden Rohrleitungen verursacht. Nicht reinigungsbedingt ist der Stromverbrauch für die Beleuchtung und den Antrieb der Tankrührwerke. Die Höhe der Energie- und Betriebsstoffverbräuche für die Tankreinigungen wird beeinflusst von der Größe der zu reinigenden Tanks und der Häufigkeit der Befüllungen je Tag.

Die Faktormengenverbräuche für Energie und Betriebsstoffe in der Zentralen Chemischen Reinigung (vgl. *Tabelle 18*) beinhalten neben den bereits erwähnten Verbräuchen für die Raumreinigung und dem tagesfixen Stromverbrauch für die Beleuchtung ausschließlich solche Verbrauchswerte, die durch die 14-tägige Erneuerung der Laugen- und Säurebäder verursacht werden. Die Verbräuche der einzelnen Kostenarten werden als jahresfixe Verbräuche der Abteilung zugeordnet, da eine Abhängigkeit von der Anzahl der Produktionstage nicht gegeben ist und auch eine produktspezifische Zuordnung nicht verursachungsgerecht wäre. Der tagesfixe Druckluftverbrauch für die Schaltungen der hier installierten Ventile entsteht zwar überwiegend für die Durchführung der täglichen Reinigungen in den Unterabteilungen; da jedoch eine genaue unterabteilungsweise Zuordnung dieser Verbräuche nicht möglich war, wurden sie in dieser Unterabteilung verrechnet.

Für die Unterabteilung „Zentrale Bedienung“ (vgl. wiederum *Tabelle 18*) kommt neben dem jahresfix verrechneten Stromverbrauch für die Raumreinigung lediglich noch ein tagesfixer Stromverbrauch zum Ansatz, der sich aus dem Strombedarf für die Beleuchtung und den Betrieb der PCs einschließlich Peripherie ergibt.

### 3.2.3 Reparaturen

Neben den bereits in Kapitel 3.1 ausgewiesenen Instandhaltungsquoten, die den jahresfixen Instandhaltungsaufwand, nämlich den laufzeitunabhängigen Verschleiß, berücksichtigen, werden hier (vgl. *Tabelle 19*) die zur Abdeckung des produktionsmengenabhängigen Verschleißes erforderlichen Reparaturkosten in Ansatz gebracht (vgl. 1, Kap. 3.4).

Bei der Berechnung dieser Kosten wurde davon ausgegangen, daß der über die Instandhaltungsquoten als Prozentanteil an den jeweiligen Investitionsbeträgen ermittelte Instandhaltungsaufwand, bezogen auf eine 50%ige Beschäftigung, die Hälfte der gesamten Instandhaltungs- und Reparaturkosten darstellt. Die andere Hälfte der gesamten Kosten wird mengenproportional verrechnet, d.h., sie werden in Pf/1.000 kg Verarbeitungsmenge in Ansatz gebracht.

Die absolute Höhe der Reparaturkosten sinkt, bedingt durch den abnehmenden spezifischen Investitionsaufwand (vgl. Kap. 4.1.1), mit zunehmender Modellgröße. Die Ausnahme bilden die Kosten der Unterabteilungen Rohmilchannahme und Milchlager des Modells 6. Die Erhöhungen der Reparaturkosten in diesen beiden Unterabteilungen

des Modells 6 kommen dadurch zustande, daß Anlageaggregate (z.B. Ventile), die starkem Verschleiß unterliegen, in diesem Modell in überproportionaler Anzahl zu installieren sind.

Tab. 19: Produktionsmengenabhängige Reparaturen (Pf/1000 kg)

Reparaturen je Unterabteilung	Zuordnung <sup>a</sup>	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<i>mengenproportional<sup>b</sup></i>							
Rohmilchannahme	A	32,0	20,0	15,1	9,9	9,8	10,4
Betriebsraum	3	113,1	73,1	56,3	36,7	24,9	20,8
	A	10,0	6,5	5,0	4,8	4,9	4,8
Milchlager	1	60,5	37,1	26,9	20,0	14,2	16,9
Chemische Reinigung	A	18,8	11,3	8,0	4,1	2,8	1,8

<sup>a</sup>) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 3 = Produktgruppe Rahm.

<sup>b</sup>) je 1000 kg Input der jeweiligen Unterabteilung.

### 3.2.4 Rohstoff

Die Einbeziehung des Produktionsfaktors Rohstoff in die Kalkulation ist ein weiterer wichtiger Punkt der methodischen Weiterentwicklungen der Modellabteilungsrechnung (vgl. 1, Kap. 5). Hierbei ergibt sich jedoch für die Modellabteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ eine besondere Situation dadurch, daß in dieser Abteilung nur Zwischenprodukte und keine verkaufsfertigen Endprodukte hergestellt werden. Daraus folgt, daß fertigproduktbezogene Faktormengenverbräuche an Rohstoff in dieser Abteilung nicht zu berücksichtigen sind, sondern diese zur Vermeidung von Doppelverrechnungen erst bei der Kalkulation der Fertigprodukte in den jeweiligen Abteilungen wie z. B. Quark (23) und Gouda (2) betrachtet werden.

Unabhängig davon sind jedoch die in der Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“ entstehenden Rohstoffverluste, entsprechend dem Verursachungsprinzip, in dieser Abteilung zu verrechnen.

#### 3.2.4.1 Rohstoffverluste

In der „Allgemeinen Milchbehandlung“ treten Rohstoffverluste in den Unterabteilungen Rohmilchannahme, Betriebsraum und Milchlager auf, wie dies bereits in Abbildung 2 dargestellt und in Kap. 2.3.1 kurz beschrieben wurde. In diesem Kapitel sollen diese Rohstoffverluste quantifiziert (vgl. *Tabelle 20*) und einige Erläuterungen zu ihrer Entstehung gegeben werden.

Die Rohstoffverluste in der Unterabteilung Rohmilchannahme entstehen zum einen im eigentlichen Annahmebereich und zum anderen im Rohmilchlager.

Im *Annahmebereich* verbleiben beim Entleeren der TSW Restmengen in den Kammern, außerdem entstehen Haft- und Spritzverluste, die insgesamt mit 10 kg Rohmilch/TSW veranschlagt werden. Der durchschnittliche Inhalt eines TSW wird mit 10.000 kg angenommen, die gleiche Menge nimmt ein Anhänger auf. Diese mit jeder Entleerung chargenweise anfallenden Verluste können jedoch, um den Aufwand der Simulationsrechnungen zu reduzieren (vgl. Kap. 3.2.2), als mengenproportionale Verluste angesehen werden, d.h., pro 1.000 kg Rohmilch wird für alle Modelle einheitlich ein Verlust von 1,0 kg verrechnet.

Im *Rohmilchlager* entstehen bei jeder Entleerung mit anschließender Reinigung von Tanks Haft- und Restmengenverluste, die von der Tankgröße abhängig sind. Folgende



Verlustmengen werden pro Befüllung in Abhängigkeit von der Tankgröße modellhaft unterstellt (diese Werte gelten auch für das Milchlager):

Tankgröße	Verlust/ Befüllung	Tankgröße	Verlust/ Befüllung
(l)	(kg)	(l)	(kg)
10.000	6	50.000	13
15.000	7	75.000	15,5
20.000	8	100.000	18
25.000	9	125.000	20
30.000	10	150.000	22
40.000	11,5	200.000	25

Für die unterschiedlich großen Rohmilchlager der einzelnen Modelle konnten so die in Tabelle 20 dargestellten Verlustmengen in Abhängigkeit von ihrer Verursachung spezifiziert werden. Auf weitere Erläuterungen kann hier verzichtet werden, da eine detaillierte Beschreibung und Darstellung der Verlustmengenberechnung im Zusammenhang mit der Tankgrößenoptimierung bereits in Kapitel 2.4.1 gegeben wurde.

Die Rohstoffverluste werden auch hier vereinfachend mengenproportional verrechnet, obgleich sie – wie die Verluste aus dem Annahmehereich – ihrem Ursprung nach nicht direkt mengenproportional entstehen. Dies ist auch der Grund, warum die Verluste nicht den einzelnen Produkten, sondern nur der Abteilung zugeordnet werden können.

Beim modellspezifischen Vergleich der in Tabelle 20 dargestellten Verluste im Rohmilchlager fällt auf, daß sie sich für die Basisversionen ab Modell 3 nicht mehr verändern. Dies ist damit zu erklären, daß ab Modell 3 zwar die Anzahl der Tanks steigt, aber jeweils nur Rohmilchtanks gleicher Größe zum Einsatz kommen. Vergleicht man die Rohstoffverluste der Basisversion des Rohmilchlagers bei einer 100%igen Beschäftigung mit denen der angepaßten Auslegung für  $\leq 28\%$  Beschäftigung, so ergeben sich mengenproportional größere Verluste der angepaßten Lager, die durch spezifisch höhere Verluste der kleineren Tanks verursacht werden.

Bei der Bewertung der Rohstoffverluste, die hier als Rohmilchverluste mit einem Fettgehalt von 3,9% anfallen, wird ein Fettwert von 778 Pf/kg und ein Nicht-Fettwert von 29,6 Pf/kg zugrunde gelegt (vgl. 1, Kap. 5), so daß sich ein Preis von 58,79 Pf/kg für die Rohmilch ergibt.

In der Unterabteilung *Betriebsraum* treten Rohstoffverluste im Zusammenhang mit der Reinigung bzw. Zwischenreinigung der Betriebsgruppen und beim Entschlammern der Separatoren auf.

Bei der täglichen Reinigung bzw. einer im 3-Schicht-Betrieb erforderlichen Zwischenreinigung entstehen sowohl bei Reinigungsbeginn als auch nach Beendigung der Reinigung ein Milch-/Wassergemisch und ein Rahm-/Wassergemisch. Hieraus ergeben sich milchseitig die in Tabelle 20 für die Unterabteilung Betriebsraum ausgewiesenen tagesfixen und chargenfixen Rohstoffverluste. Für das bei den Reinigungen anfallende Rahm-/Wassergemisch wurde hier modellhaft vereinfachend unterstellt, daß das gesamte Gemisch verlustfrei dem Butterungsrahm zugesetzt werden kann. Rahmseitig sind daher in dieser Unterabteilung keine Rohstoffverluste zu berücksichtigen.

Die beim Entschlammern der Separatoren anfallenden Rohstoffverluste betragen einheitlich für alle Modelle 0,3 kg/1.000 kg Verarbeitungsmenge. Diese in Abhängigkeit von der Rohmilchmenge anfallenden Verluste betreffen nur die Magermilchphase, was ihren Wert bestimmt. Sie werden aber mengenmäßig auch vom Rahm verursacht, so daß sie als produktspezifische Kosten den jeweiligen Produktgruppen zugeordnet werden können.

Tab. 20: Rohstoffverluste und Nebenproduktverwertung in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ bei 100% (28%)iger Beschäftigung

Kostenart	Zu- ord- nung <sup>a</sup>	Ein- heit	Fett- gehalt %	Preis <sup>b</sup> Pf/E	Faktormengenverbrauch					
					Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
<b>Rohstoffverluste</b>										
Rohmilchannahme										
- mengenproportional <sup>c</sup>	A	kg	3,90	58,79	1,2184 (1,3641)	1,1942 (1,2427)	1,1517 (1,2427)	1,1517 (1,1942)	1,1517	1,1517
Betriebsraum										
- tagesfix	A	kg	0,05	29,99	278,0	373,4	468,8	937,6	1.875,2	2.812,8
- chargenfix	A	kg	0,05	29,99	271,0	361,4	451,8	903,6	1.807,3	2.710,8
- mengenproportional	1,2,3	kg	0,05	29,99	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tanklager										
- tagesfix	1	kg	2,70	49,81	89,0 (63,0)	100,0 (71,0)	123,0 (75,0)	179,0 (94,0)	325,0 (122,0)	427,0 (154,0)
<b>Nebenprodukt- verwertung</b>										
Rohmilchannahme										
- mengenproportional <sup>c</sup>	A	kg	1,95	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Betriebsraum										
- tagesfix	A	kg	-	10,0	278,0	373,4	468,8	937,6	1.875,2	2.812,8
- chargenfix	A	kg	-	10,0	271,0	361,4	451,8	903,6	1.807,3	2.710,8

a) A = Abteilung; 1 = Produktgruppe Lagermilch; 2 = Produktgruppe Verarbeitungsmilch; 3 = Produktgruppe Rahm

b) Fettwert: 778 Pf/kg; Nicht-Fettwert für Faktorverbrauch: 29,6 Pf/kg (vgl. 1. Kap. 5)

Nicht-Fettwert bei Nebenproduktanfall: 10,0 Pf/kg (für Verdünnung 1:1)

c) je 1.000 kg Input der jeweiligen Unterabteilung

Für die Entstehung der im *Milchlager* auftretenden Rohstoffverluste gelten die gleichen Voraussetzungen wie für die Verlustermittlung im *Rohmilchlager*. Im Gegensatz zum *Rohmilchlager* sind die Rohstoffverluste hier jedoch als tagesfixe Verluste zu betrachten, da täglich eine bestimmte Anzahl von Lagermilchsorten in Tanks bereitgestellt werden und dementsprechend auch Verluste bei der Tankreinigung tagesfix anfallen. Die Bewertung dieser Rohstoffverluste ergibt sich aus dem Fettgehalt (2,7%) der Produktgruppe Lagermilch, der auch die Kosten angelastet werden.

#### 3.2.4.2 Nebenproduktverwertung

Mit der Einbeziehung der Rohstoffverluste in die Kalkulation ist zwangsläufig auch die Berücksichtigung der Nebenproduktverwertung verbunden, denn die Erlöse der Nebenprodukte führen zu einer Reduzierung der Brutto-Rohstoffkosten. Eine Verwertung von Nebenprodukten ergibt sich aus dem Spülmilchanfall in den Unterabteilungen *Rohmilchannahme* und *Betriebsraum*.

Im Bereich der *Rohmilchannahme* fällt nach jeder Entleerung eines Tanksammelwagens bzw. -anhängers und auch der Annahmelinien durch Nachspülen ein Rohmilch-/Wassergemisch an. Die erste Phase dieses Gemisches wird nicht in das Abwasser geleitet, sondern aufgefangen und später entrahmt. Der gewonnene Rahm kann normal weiterverarbeitet werden, während der entrahmte Anteil der Spülmilch zugeführt wird. Dieser Spülmilchanfall kann, da er unter den gleichen Bedingungen wie der Rohstoffverlust in diesem Bereich verursacht wird, als mengenproportionaler Anfall betrachtet werden. Es wird davon ausgegangen, daß für alle Modelle einheitlich 1,0 kg Spülmilch/1.000 kg Rohmilch anfällt (vgl. Tabelle 20).

Im Rohmilchlager kann keine Nebenproduktverwertung in Ansatz gebracht werden, da bei der Reinigung der Tanks keine Spülmilch aufgefangen wird. Dies gilt in gleicher Weise für das *Milchlager*.

Die Bewertung der in der Rohmilchannahme anfallenden Spülmilch wird mit 25 Pf/kg angesetzt, die sich aus 15,2 Pf für das bei der Entrahmung gewonnene Fett und 9,8 Pf als mögliche Nettoverwertung für den Nichtfettanteil ergibt. Dabei wird unterstellt, daß der Fettwert gegenüber der üblichen Rohstoffbewertung unverändert angesetzt wird, während der Wert für das im Verhältnis 1:1 verdünnte Nicht-Fett unter Berücksichtigung eines deutlichen Preisabschlages mit 10,0 Pf/kg festgelegt wird. Die Verrechnung der anfallenden Erlöse erfolgt auf Abteilungsebene.

In der Unterabteilung *Betriebsraum* entsteht bei der Reinigung der Betriebsgruppen – wie bereits bei der Darstellung der Rohstoffverluste beschrieben – ein Milch-/ bzw. Rahm-/Wassergemisch. Die erste Phase des Milch-/Wassergemisches, die sich etwa aus gleichen Teilen Magermilch und Wasser zusammensetzt, wird nicht dem Abwasser zugeführt, sondern aufgefangen und der Spülmilch zugesetzt. Für die einzelnen Modelle ergeben sich die in Tabelle 20 dargestellten tagesfixen bzw. chargenfixen Spülmilchmengen. Diese Mengen werden als verdünnte Magermilch mit 10 Pf/kg bewertet; die Erlöse sind auf Abteilungsebene zu verrechnen.

#### 4. Ergebnisse der Modellkalkulationen

Auf der Basis der aufgezeigten Modellannahmen und daraus abgeleiteter Faktoreinsätze wurden Simulationsrechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse im folgenden dargestellt werden. Dabei werden zunächst die sich je Modell aus den Kapazitätsgrößen und der Rohstoffverlustrechnung ergebenden Verarbeitungs- bzw. Outputmengen aufgezeigt und dann einige weitergehende Betrachtungen hinsichtlich spezifischer Investitionsbeträge vorgenommen. Schließlich erfolgt eine Darstellung der modellspezifischen Kosten, wobei die Kostenentstehung nach verschiedenen Gliederungskriterien analysiert wird.

Tab. 21: Modellspezifischer Rohstoffeinsatz und Abteilungs-Output in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad (Mio. kg/Jahr)

Beschäftigungs- grad (%)	Betriebs- zeit (h/d)	Laufzeit d. Separat. (h/d)	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6	
			Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)	Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)	Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)	Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)	Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)	Abt.- Input (Mio. kg/a)	Abt.- Output (Mio. kg/a)
3 Schichten														
100	24,00	21,50	117,9	117,4	196,4	195,8	275,0	274,2	550,0	548,4	1.099,9	1.096,9	1.649,9	1.645,3
80	19,70	17,20	94,3	94,0	157,1	156,7	220,0	219,4	440,0	438,7	879,9	877,5	1.319,9	1.316,2
2 Schichten														
65	16,06	13,97	76,6	76,3	127,6	127,7	178,7	178,2	357,4	356,5	714,8	713,0	1.072,2	1.069,5
50	12,84	10,75	58,9	58,7	98,2	97,9	137,5	137,1	275,0	274,2	550,0	548,4	825,0	822,7
1 Schicht, vers.														
37	10,05	7,96	43,7	43,5	72,7	72,5	101,8	101,5	203,6	202,9	407,2	405,8	610,8	608,8
1 Schicht														
28	8,12	6,03	33,07	32,9	55,09	54,8	77,10	76,8	154,19	153,6	308,37	307,1	462,54	460,7
28*	8,12	6,03	33,06	32,9	55,08	54,8	77,09	76,8	154,17	153,6	308,30	307,1	462,44	460,7
23*	7,05	4,96	27,2	27,0	45,3	45,0	63,4	63,1	126,7	126,1	253,4	252,3	380,1	378,4
18*	5,98	3,89	21,3	21,1	35,5	35,2	49,6	49,4	99,2	98,7	198,5	197,4	297,7	296,2

\*) Angepaßte Ausstattung in Rohmilchannahme, Milchlager und Zentraler Bedienung.

#### 4.1 Mengen

Die nachfolgend aufgezeigten Milchmengen, die in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ verarbeitet werden und schließlich als Abteilungs-Output die Abteilung verlassen, sind einerseits selbst wichtige Ergebnisse und stellen andererseits die Bezugsgrößen der in Kapitel 4.2 und 4.3 dargestellten spezifischen Investitionen und Kosten dar.

Bevor auf die modellspezifischen Outputmengen der einzelnen Produkte, die in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ produziert werden, eingegangen wird, sollen zunächst in *Tabelle 21* die in Kapitel 2.3 beschriebenen Zusammenhänge zwischen dem Beschäftigungsgrad, der Arbeitszeit und den je Modell verarbeiteten Milchmengen quantifiziert werden. Es zeigt sich, daß mit den vorgegebenen Modellen und Beschäftigungsvariationen Molkereibetriebsstätten abgebildet werden können, die Rohmilchmengen von 21 Mio. kg/Jahr (Modell 1, 18%ige Beschäftigung) bis 1,6 Mrd. kg/Jahr (Modell 6, 100%ige Beschäftigung) verarbeiten. Der Abteilungs-Input gibt an, welche Rohmilchmengen eingesetzt werden müssen, um unter Berücksichtigung der in Kapitel 3.2.4.1 dargestellten Rohstoffverluste den gemäß der Definition des Beschäftigungsgrades gewünschten Abteilungs-Output zu erzielen.

Eine Betrachtung der Differenzen zwischen Abteilungs-Input und -Output, also der Rohstoffverluste, ergibt zunächst, daß mit zunehmender Modellgröße und steigendem Beschäftigungsgrad auch die Rohstoffverluste größer werden. Dies ist unmittelbar verständlich, da sich aufgrund der steigenden Durchsatzmengen allein durch mengenproportionale Verluste eine Erhöhung des Gesamtverlustes ergeben muß. Um zu einer sinnvollen Bewertung gelangen zu können, ist es erforderlich, die relative Höhe der Rohstoffverluste aufzuzeigen: Je größer die Modelle und je höher der Beschäftigungsgrad, desto geringer ist der prozentuale Verlust. So macht beispielsweise der Rohstoffverlust im Modell 6 bei 100%iger Beschäftigung „nur“ 0,28% des Inputs aus, während er in demselben Modell bei 50%iger Beschäftigung bereits 0,50% und im Modell 1 bei 18%iger Beschäftigung schließlich 0,94% beträgt.

Es sei noch auf eine Besonderheit in *Tabelle 21* hingewiesen: Im 1-Schicht-Betrieb sind die Rohstoffeinsatzmengen bei 28%iger Beschäftigung in der angepaßten Version in allen Modellen geringfügig niedriger als in der nicht angepaßten Version, was auf geringere Rohstoffverluste durch die Anpassung zurückzuführen ist. Dies beruht auf zwei gegenläufigen Effekten: in der Rohmilchannahme steigen in einigen Modellen die Rohmilchverluste durch den Einsatz kleinerer Tanks, während im Milchlager die Rohstoffverluste durch Anpassung in allen Modellvarianten in stärkerem Umfang sinken als sie ggf. im Rohmilchlager steigen. Der verringerte Rohstoffeinsatz in der angepaßten Version hat in marginalem Umfang auch Einfluß auf die Betriebszeit und Laufzeit der Separatoren. Der Abteilungs-Output bleibt in beiden Versionen gleich, da er per definitionem als ein dem Beschäftigungsgrad entsprechender Anteil des Outputs bei 100%iger Beschäftigung festgelegt ist.

Eine Aufteilung des Abteilungs-Outputs gemäß den in Kapitel 2.2 aufgezeigten Anteilen der Produkte Lagermilch, Verarbeitungsmilch und Rahm führt zu den in *Tabelle 22* ausgewiesenen Outputmengen. Diese Mengen sind die Basis für alle Simulationsrechnungen und dienen z. B. als Multiplikator bzw. Divisor zur Ermittlung der modellspezifischen Kosten.

#### 4.2 Investitionen

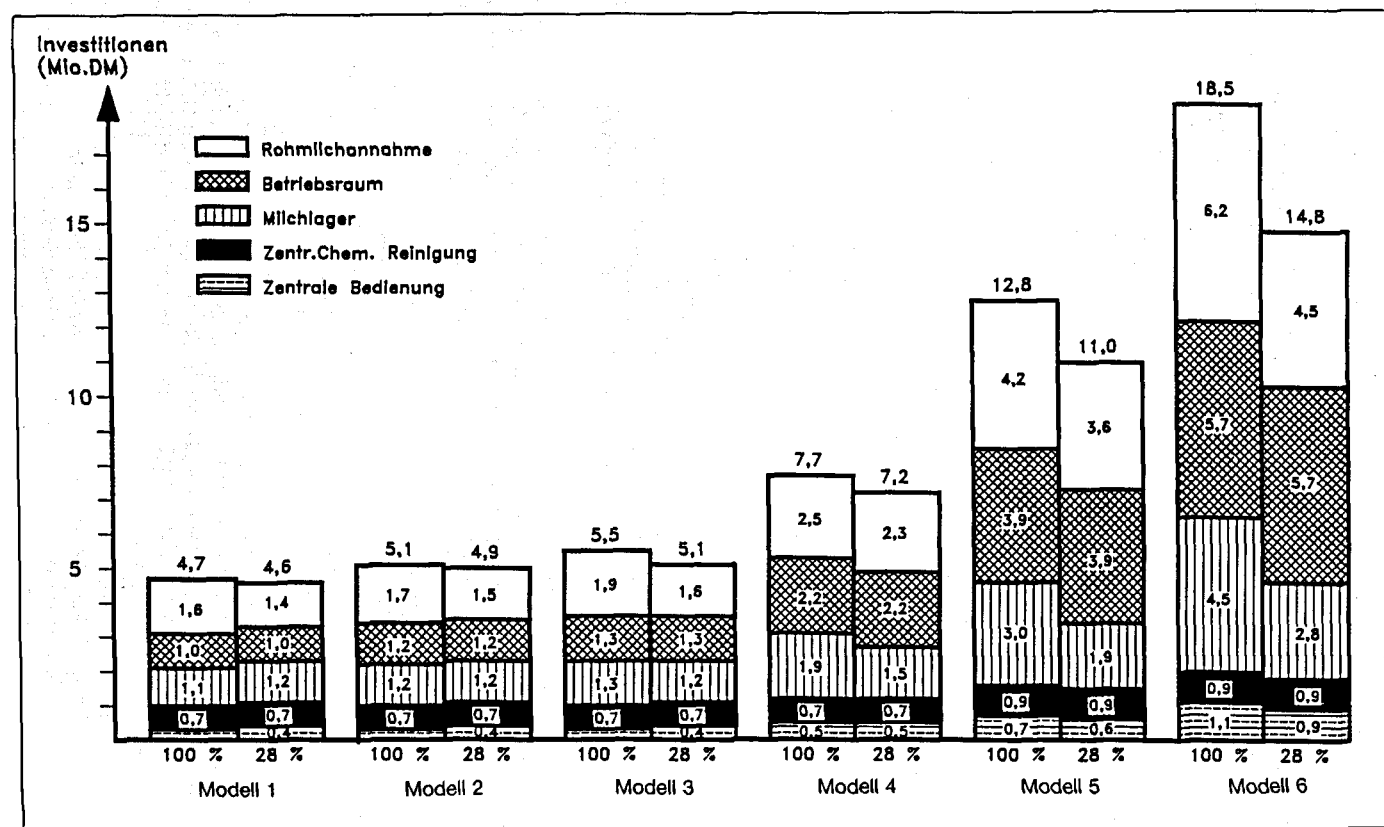
##### 4.2.1 Gesamtinvestitionen der Abteilung

Die je Modell zu tätigen Gesamtinvestitionen für die „Allgemeine Milchbehandlung“ ergeben sich als Summe der Investitionen je Unterabteilung (vgl. Tabellen 6a-12b).

Tab. 22: Modellspezifische Outputmengen an Lagermilch, Verarbeitungsmilch und Rahm in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad (Mio. kg/Jahr)

Beschäftigungs- grad (%)	Modell 1			Modell 2			Modell 3			Modell 4			Modell 5			Modell 6		
	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm	Lager- milch (Mio. kg/a)	Verarb.- milch (Mio. kg/a)	Rahm
3 Schichten 100 80	41,1 32,9	69,3 55,4	7,0 5,6	68,5 54,8	115,5 92,4	11,7 9,4	96,0 76,8	161,8 129,4	16,5 13,2	191,9 153,6	323,6 258,9	32,9 26,3	383,9 307,1	647,1 517,7	65,8 52,6	575,9 460,7	970,7 776,6	98,7 79,0
2 Schichten 65 50	26,7 20,6	45,0 34,6	4,6 3,5	44,5 34,3	75,1 57,8	7,6 5,9	62,4 48,0	105,2 80,9	10,7 8,2	124,8 96,0	210,3 161,8	21,4 16,5	249,5 192,0	420,6 323,6	42,8 32,9	374,3 287,9	631,0 485,4	64,2 49,4
1 Schicht, vers. 37	15,2	25,6	2,6	25,4	42,7	4,3	35,5	59,9	6,1	71,0	119,7	12,2	142,0	239,4	24,4	213,1	359,2	36,5
1 Schicht 28 23 18	11,5 9,5 7,4	19,4 15,9 12,5	2,0 1,6 1,3	19,2 15,8 12,3	32,4 26,6 20,8	3,3 2,7 2,1	26,9 22,1 17,3	45,3 37,2 29,1	4,6 3,8 3,0	53,7 44,1 34,6	90,6 74,4 58,2	9,2 7,6 5,9	107,5 88,3 69,1	181,2 148,8 116,5	18,4 15,1 11,8	161,2 132,4 103,7	271,8 223,3 174,7	27,6 22,7 17,8

Abb. 8: Gesamtinvestitionen für die „Allgemeine Milchbehandlung“ bei 100% und 28% Beschäftigung, nach Unterabteilungen gegliedert (Mio. DM)



In *Abbildung 8* werden sie für eine Grundversion (Auslegung der Abteilung auf einen 3-Schicht-Betrieb) und eine angepaßte Version für einen 1-Schicht-Betrieb als Säulendiagramme ausgewiesen. Dabei wurde aus Gründen der Vereinfachung unterstellt, daß die Investitionsbeträge für die Grundversion bei allen Beschäftigungsvariationen von 100 bis 28% gelten, obwohl davon auszugehen ist, daß in der Praxis auch schon bei Beschäftigungsgraden, die zwischen den genannten liegen, Anpassungen vorkommen können.

Die Gesamtinvestitionen liegen in den Modellen 1–3 auf einem Niveau von ca. 5 Mio. DM, wobei festzustellen ist, daß hier nur geringfügige Investitionszuwächse von Modell zu Modell (ca. 0,4 Mio. DM) zu verzeichnen sind. Die ab Modell 4 zu tätigen Investitionen liegen mit 7,7–18,5 Mio. DM auf einem wesentlich höheren Niveau. Da von Modell zu Modell keine lineare Kapazitätsausweitung vorgenommen wurde (vgl. Kap. 2.3.1), sondern die zusätzlich installierten Stundenleistungen von Modell 1–3 jeweils 10.000 kg/h, von Modell 3 zu 4 35.000 kg/h und ab dann jeweils 70.000 kg/h ausmachen, sind aussagefähige Bewertungen der Investitionszuwächse nur dann möglich, wenn diese vergleichbar gemacht werden.

In der Grundversion ergeben sich unter dieser Prämisse folgende Investitionszuwächse zwischen den Modellen:

Modell 1	)	0,4 Mio. DM/10.000 kg Leistungszuwachs pro Stunde
Modell 2	)	0,4
Modell 3	)	0,6
Modell 4	)	0,7
Modell 5	)	0,8
Modell 6	)	

Dies macht deutlich, daß bis Modell 3, bedingt durch die mutative Kapazitätsausweitung im Betriebsraum, aber auch aufgrund der gleichbleibenden Anzahl der Tanks in Rohmilchannahme und Milchlager, die leistungsbezogenen Investitionszuwächse unverändert bleiben und unter denen der Modelle 4–6 liegen. Hier steigen die Investitionszuwächse an, da sich ab Modell 4 gerade in diesen drei genannten Unterabteilungen die Separatoren- bzw. Tankzahlen zuzüglich der entsprechenden Apparaturen und Aggregate wesentlich erhöhen (vgl. Kap. 3.1).

Ein Vergleich der Investitionsbeträge zwischen der angepaßten und der Grundversion zeigt, daß in den kleinen Modellen nur geringfügige Unterschiede (in Modell 1 z. B. 0,1 Mio. DM Differenz) vorliegen, die mit zunehmender Modellgröße immer größer werden: Im Modell 6 betragen sie schließlich 3,8 Mio. DM. Dies macht deutlich, daß die Anpassung der Anlagen in den größeren Modellen stärker zum Tragen kommt als in den kleineren. Die Gründe hierfür liegen in erster Linie in der Auslegung der angepassten Rohmilchannahme und des Milchlagers: In der erstgenannten Unterabteilung bleibt in den Modellen 1 bis 4 die Anzahl der Tanks und damit auch jene weiterer Anlagegüter in der angepaßten Modellvariante im Vergleich zur Grundversion unverändert, was – auch wenn sich die Größe der Tanks verringert – geringere Investitionseinsparungen zur Folge hat als in den Modellen 5 und 6, wo sich durch die Anpassung die Tankzahl verringert. Im Milchlager wirkt sich die Anpassung dergestalt aus, daß in den Modellen 5 und 6 die Tankzahl sinkt, während sie sich in den übrigen, kleineren Modellen erhöht (vgl. Kap. 3.1.3). Dies hat zur Folge, daß hier die Investitionseinsparungen durch die Auswahl kleinerer Tanks teilweise durch die Erhöhung der Tankzahl mit den dazugehörigen Aggregaten kompensiert wird.

Bei einer Betrachtung der Zusammensetzung der Gesamtinvestitionen nach Unterabteilungen ist zu berücksichtigen, daß Anpassungen nur in den Unterabteilungen Rohmilchannahme, Milchlager und, daraus resultierend hinsichtlich der Aggregatsteuerung, auch in der Zentralen Bedienung (vgl. Kap. 3.1.5) vorgenommen wurden. Daraus ergibt



sich zwangsläufig, daß die Investitionen für den Betriebsraum und die Zentrale Chemische Reinigung in allen Modellen sowohl für die Grund- als auch für die angepaßte Version denselben Betrag ausweisen (vgl. Abbildung 8). Demnach ist die Bedeutung dieser nicht angepaßten Unterabteilungen für die Investitionen bei 28%iger Beschäftigung immer größer als bei 100%, während es sich bei den angepaßten Unterabteilungen umgekehrt verhält.

Weitere wichtige Informationen erhält man, wenn man die Investitionen nicht absolut, sondern bezogen auf den Abteilungs-Output (vgl. Tabelle 21) analysiert. Aus Abbildung 9 geht folgendes hervor:

- Die spezifischen Investitionen je 1 Mio. kg Abteilungs-Output liegen in allen Modellen in der angepaßten Abteilung auf einem ca. dreimal so hohen Niveau wie in der Grundversion (Faktor 3,5 im Modell 1; Faktor 3 im Modell 6). Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß bei einer 28%igen Beschäftigung der Abteilungs-Output und damit der Divisor zur Ermittlung der spezifischen Investitionen wesentlich geringer ist als bei einer Beschäftigung von 100% (vgl. Tabelle 21).
- Die spezifischen Investitionen nehmen mit steigender Modellgröße ab, wobei die Differenzen i.d.R. von Modell zu Modell geringer werden. Beim Übergang von Modell 5 zu Modell 6 ist das Einsparungspotential in der Grundversion mit 500 DM/Mio. kg Abteilungs-Output nur noch gering.
- Auch wenn das Einsparungspotential in der angepaßten Version (28%ige Beschäftigung) generell höher ist, wird deutlich, wie hoch die spezifischen Investitionen bei schlechter Auslastung sind. Selbst in den großen Modellen müssen dann Investitionen getätigt werden, die je kg Milch auf dem Niveau des Modells 1 bei guter Auslastung liegen.

Interessant erscheint auch eine Analyse der je Unterabteilung zu tätigen spezifischen Investitionen. Aus Tabelle 23 geht hervor, daß die „economies of scale“ in der Unterabteilung „Zentrale Chemische Reinigung“ am stärksten sind, wobei die je 1 Mio. kg Abteilungs-Output zu tätigen Investitionen im Modell 3 nur noch 43% und in Modell 5 sogar nur noch 13% der Investitionen für das Modell 1 ausmachen. Der

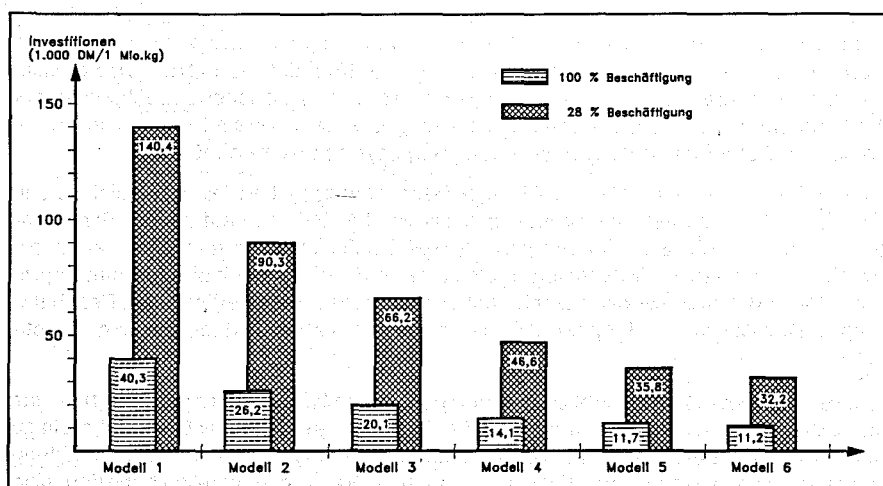


Abb. 9: Spezifische Investitionen je Mio. kg Abteilungs-Output bei 100% und 28% Beschäftigung (1000 DM/1 Mio. kg)

geringste Degressionseffekt hingegen ist im „Betriebsraum“ zu erzielen. In dieser Unterabteilung betragen die je 1 Mio. kg Abteilungs-Output zu investierenden Beträge im Modell 5 noch 43% der Investitionen für das Modell 1. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß ab Modell 4 die Anzahl der Separatoren mit den dazugehörigen Erhitzern steigt und sich deshalb ebenfalls die Zahl der benötigten Ventile, Pumpen, der Elemente der Meß- und Regeltechnik u.ä. – teilweise überproportional – erhöht.

Tab. 23: Spezifische Investitionen in den Unterabteilungen bei 100%iger Beschäftigung (1000 DM/1 Mio. kg Abteilungs-Output bzw. %-Modell 1)

Unterabteilungen	Modell 1	Modell 3		Modell 5	
	(1000 DM/ 1 Mio. kg)	(1000 DM/ 1 Mio. kg)	(Mod. 3:Mod. 1) (%)	(1000 DM/ 1 Mio. kg)	(Mod. 5:Mod. 1) (%)
1. Rohmilchannahme	13,6	6,9	51	3,8	28
2. Betriebsraum	8,4	4,6	55	3,6	43
3. Milchlager	9,4	4,8	51	2,8	30
4. Zentr. Chem. Reinigung	6,0	2,6	43	0,8	13
5. Zentr. Bedienung	2,9	1,2	41	0,6	21
Allg. Milchbehandlung	40,3	20,1	50	11,7	29

#### 4.2.2 Spezifische Investitionen je Produkt

Gab das vorherige Kapitel einen Überblick darüber, welche Investitionen für die Abteilung insgesamt bzw. je Unterabteilung erforderlich sind, so wird im folgenden dargestellt, welche speziellen Investitionen produktspezifisch anfallen bzw. welche Investitionen keinem der Produkte allein zugerechnet werden können, da sie zur Herstellung mehrerer Produkte gemeinsam benötigt werden. Gemäß den Hierarchiestufen der Deckungsbeitragsrechnung müssen letztere daher der Produktgruppe, d. h. der Abteilung, zugeordnet werden (1).

In *Abbildung 10* werden die produktspezifischen Investitionen, bezogen auf 1 Mio. kg Output, beispielhaft für eine 100%ige Beschäftigung aufgezeigt. Die ausgewiesenen Werte beziehen sich jeweils auf die Outputmenge des betrachteten Produkts bei diesem Beschäftigungsgrad. Dies bedeutet folglich, daß die spezifischen Investitionen der Produktgruppe, die als Einzelkosten der Abteilung zu verrechnen sind, auf den gesamten Abteilungs-Output bei 100%iger Beschäftigung bezogen werden müssen.

Im Bereich zwischen 100- und 28%iger Beschäftigung ist es leicht möglich, die in *Abbildung 10* ausgewiesenen produktspezifischen Investitionen auf andere Beschäftigungsgrade als 100% zu übertragen, da hier die Ausstattung und damit auch die Investitionen für die Abteilung unverändert bleiben und sich lediglich die Outputmenge in demselben Verhältnis wie der Beschäftigungsgrad ändert. Bei einer 50%igen Beschäftigung beispielsweise verdoppeln sich die Werte für die produktspezifischen Investitionen.

Spezifische Investitionen gibt es nur für die Produkte Rahm und Lagermilch bzw. die Produktgruppe insgesamt, nicht aber für die Verarbeitungsmilch. Der Grund ist darin zu sehen, daß dieses Produkt die Abteilung verläßt, sobald es spezifiziert ist (vgl. *Abbildung 1*); alle vorher anfallenden Investitionen, die auch die Verarbeitungsmilch betreffen, sind auch noch anderen Produkten zuzuordnen, so daß sie der gesamten Produktgruppe zugewiesen werden.

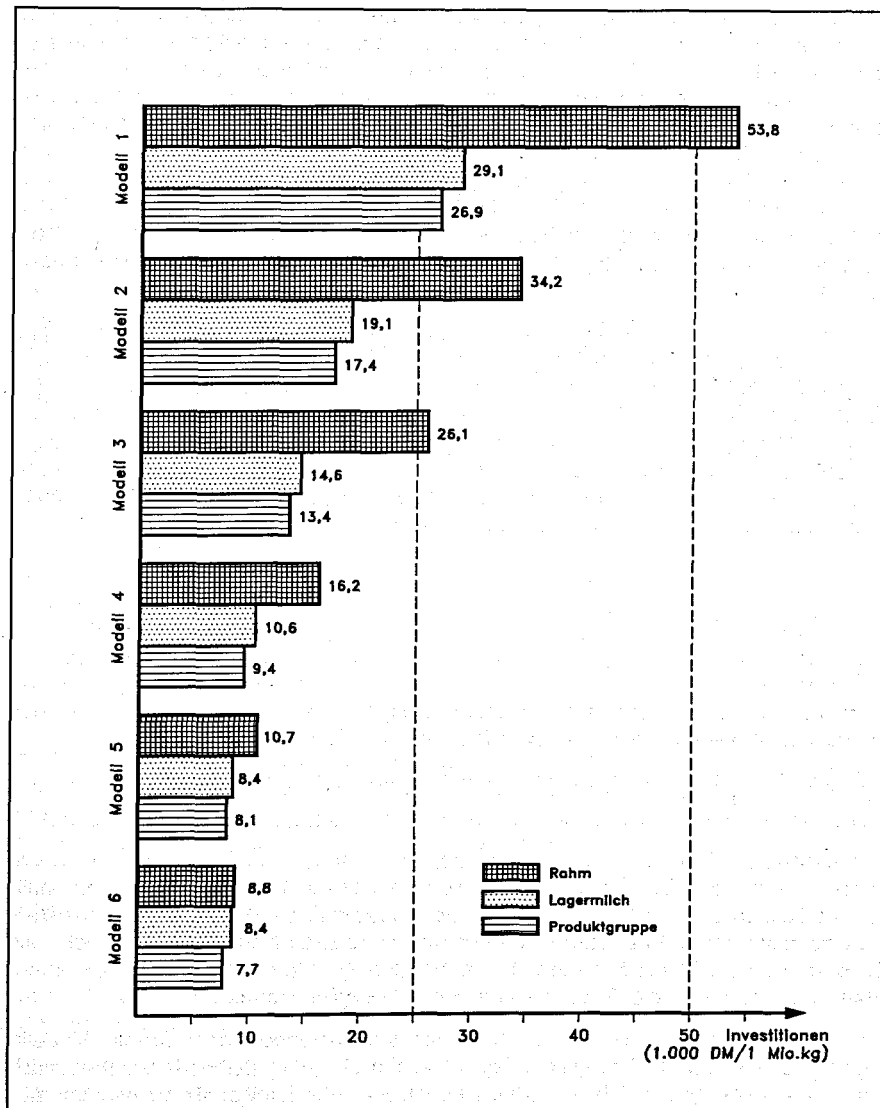


Abb. 10: Produktspezifische Investitionen je 1 Mio. kg Output bei 100% Beschäftigung (1000 DM)

Betrachtet man nun die Daten selbst, so ist festzustellen, daß über alle Modelle der Rahm die höchsten produktspezifischen Investitionen erfordert, die Lagermilch an zweiter Stelle steht und die auf die Produktgruppe zu verrechnenden Investitionen am geringsten sind. Der Grund ist darin zu sehen, daß als Bezugsgröße unterschiedliche Output-Mengen zu berücksichtigen sind, wobei die geringsten Mengen bei Rahm und die größten verständlicherweise bei der gesamten Produktgruppe vorliegen.

Vergleicht man die Degressionseffekte von Modell zu Modell, so ist festzustellen, daß die spezifischen Investitionen für Rahm mit zunehmender Modellgröße am stärksten abnehmen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Investitionen für Rahm, die in erster Linie im Betriebsraum zu tätigen sind, mit zunehmender Modellkapazität nur geringfügig steigen, die Menge jedoch wesentlich stärker zunimmt. Von Modell 1 bis zu Modell 3 sind bei Rahm die höchsten Investitionseinsparungen je 1 Mio. kg Output zu verzeichnen, während ab Modell 4 nur noch geringfügige Degressionen festzustellen sind. Dies ist damit zu begründen, daß ab Modell 4 durch die Erhöhung der Anzahl der Separatoren auch die Zahl der Kühler für die Zwischenlagerung des Rahms ansteigt und somit die Investitionen in stärkerem Maße zunehmen als in den Modellen 1–3 (mutative Kapazitätsausweitung).

Die produktspezifischen Investitionen für die Lagermilch verändern sich von Modell 1 zu Modell 6 um den Faktor 3,5. Auch hier sind bis Modell 3 größere Investitionseinsparungen von Modell zu Modell gegeben als von Modell 4 bis Modell 6. Zwischen Modell 5 und 6 ist überhaupt kein Unterschied hinsichtlich der produktspezifischen Investitionen zu verzeichnen, was im wesentlichen darauf zurückzuführen ist, daß hier die zu tätigenden Investitionen durch Erhöhung der Tankzahl im Milchlager mit den dazugehörigen Investitionen für Ventile u.ä. so stark steigen, daß die größeren Outputmengen diesen Effekt nicht wettmachen können.

#### 4.3 Kosten

Die Kosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ werden nach den Prinzipien der Deckungsbeitragsrechnung verrechnet (1). Dies bedeutet, daß zwischen

– *Einzelkosten der Produkte* Lagermilch, Verarbeitungsmilch und Rahm und

– *Einzelkosten der Abteilung*, die gleich den Einzelkosten der Produktgruppe sind,

unterschieden wird. Die Einzelkosten eines Produktes umfassen alle Positionen, die ausschließlich durch dieses verursacht und deshalb diesem Produkt ohne Proportionalisierung oder sonstige willkürliche Verknüpfung zugeordnet werden können. Alle Kosten, die von mehr als einem Produkt verursacht werden, sind auf Abteilungsebene als Einzelkosten der Abteilung zu verrechnen. Aus den Einzelkosten der Produkte und der Abteilung setzen sich die *Gesamtkosten der Abteilung* zusammen.

Im folgenden werden die vorstehend genannten Kostenpositionen für alle Modelle nach verschiedenen Gliederungskriterien aufgezeigt. Diese Darstellung ist nicht vollständig, sondern beschränkt sich aus Gründen der Übersichtlichkeit auf besonders interessante Aspekte bei ausgewählten Beschäftigungssituationen.

Die Kosten werden zur besseren Vergleichbarkeit als Stückkosten ausgewiesen, wobei die Bezugsgröße der Output eines betrachteten Produktes oder der gesamte Abteilungs-Output ist.

##### 4.3.1 Einzelkosten der Produkte

Nachfolgend werden die modellspezifischen Einzelkosten der Lagermilch, der Verarbeitungsmilch und des Rahms in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad bzw. von der

Produktionsmenge dargestellt und für ausgewählte Modelle und Beschäftigungsgrade zusätzlich Informationen über die Zusammensetzung der Einzelkosten nach Kostenartengruppen geliefert.

#### 4.3.1.1 Lagermilch

Die Lagermilch verursacht in Abhängigkeit von der Modellgröße und dem Beschäftigungsgrad Einzelkosten, die zwischen 0,23 (Modell 6, 100%ige Beschäftigung) und 3,12 Pf/kg Lagermilch (Modell 1, 18%ige Beschäftigung) liegen (Tabelle 24). Dabei steigen die Stückkosten mit abnehmender Modellgröße und sinkendem Beschäftigungsgrad. Der Einfluß beider Determinanten auf die Degression der Einzelkosten ist ungefähr gleich groß: So verringern sich z. B. die Einzelkosten der Lagermilch im kleinsten Modell von 18- bis 100%iger Beschäftigung um ca. 2,5 Pf/kg. Dieser Betrag ist auch ungefähr die Differenz zwischen den Einzelkosten von Modell 1 und 6 bei der geringsten Auslastung (18%). Umgekehrt führt eine Differenzenbildung zwischen voller und niedrigster Auslastung im größten Modell bzw. zwischen Modell 1 und 6 beim höchsten Beschäftigungsgrad jeweils zu Kosteneinsparungen von ca. 0,4 Pf/kg.

Bei einer 50%igen Beschäftigung halbieren sich die gesamten Einzelkosten der Lagermilch ungefähr von Modell 1 bis Modell 3, machen im Modell 4 nur 39% der Einzelkosten des Modells 1 aus und pendeln sich in den Modellen 5 und 6 auf etwa ein Drittel ein. An dieser größenbedingten Kosteneinsparung sind vor allem Skaleneffekte im Bereich der Anlagekosten beteiligt. Sie verringern sich von Modell 1 zu Modell 6 um 72%. Aber auch bei den übrigen Kostenartengruppen sind Kosteneinsparungen zu verzeichnen, die mehr als die Hälfte der jeweiligen Kosten des Modells 1 ausmachen.

Durch die unterschiedlichen Degressionseffekte bei den Kosten je Kostenart und den Einzelkosten insgesamt verändert sich mit zunehmender Modellgröße auch die Bedeutung der Kostenartengruppen: Im Modell 1 machen die Anlagekosten mit 0,89 Pf/kg Lagermilch 74% der gesamten Einzelkosten aus, in Modell 6 liegt ihr Anteil an den produktspezifischen Einzelkosten nur noch bei 65%. Der Anteil der Energie- und Betriebsstoffkosten nimmt ebenso wie jener der Rohstoffkosten zu.

Die Bedeutung der Personalkosten ist in allen Modellen mit weniger als 1% der Einzelkosten äußerst gering, was darauf zurückzuführen ist, daß die meisten Arbeiten in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ nicht produktspezifisch für die Lagermilch allein, sondern gleichzeitig für mehrere Produkte zu verrichten sind und daher auf Abteilungsebene verrechnet werden.

Der Einfluß des Beschäftigungsgrads auf die Zusammensetzung der Einzelkosten der Lagermilch wird am Beispiel des Modells 4 (Tabelle 25) erläutert. Den höchsten Anteil an den Einzelkosten haben in allen Beschäftigungssituationen die Anlagekosten, wobei sich ihre Bedeutung mit sinkender Auslastung von 61% auf 76% erhöht, weil sich ihre Stückkosten trotz Anpassung vervierfachen.

Die Kosten für Energie und Betriebsstoffe sowie für den Rohstoff steigen – betrachtet man die absoluten Beträge – mit sinkendem Beschäftigungsgrad ungefähr auf das 2- bzw. 2,5fache (von 100- bis 18%iger Beschäftigung). Dabei liegen erstere jedoch auf einem drei- bis viermal so hohem Niveau wie die Rohstoffkosten. Die Bedeutung der beiden Kostenartengruppen an den Einzelkosten der Lagermilch nimmt mit sinkendem Beschäftigungsgrad bei Energie und Betriebsstoffen von 32% auf 18% und beim Rohstoff von 7% auf 5% ab.

Tab. 24: Modellspezifische Einzelkosten der Lagermilch (Pf/kg Lagermilch)

Beschäfti- gungsgrad	Einzelkosten der Lagermilch					
	Modell 1 (Pf/kg)	Modell 2 (Pf/kg)	Modell 3 (Pf/kg)	Modell 4 (Pf/kg)	Modell 5 (Pf/kg)	Modell 6 (Pf/kg)
<u>3 Schichten</u>						
100 %	0,66	0,45	0,36	0,28	0,24	0,23
80 %	0,79	0,54	0,43	0,32	0,28	0,27
<u>2 Schichten</u>						
65 %	0,95	0,64	0,51	0,38	0,32	0,32
50 %						
Personal	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Energ.+Betr.-st.	0,24	0,17	0,15	0,12	0,11	0,11
Anlagen	0,89	0,57	0,43	0,32	0,25	0,25
Rohstoff	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
insgesamt	1,20	0,80	0,63	0,47	0,40	0,39
<u>1 Schicht, vers.</u>						
37 %	1,58	1,05	0,82	0,60	0,51	0,49
<u>1 Schicht</u>						
28 %*	2,05	1,29	0,96	0,64	0,42	0,41
23 %*	2,47	1,55	1,15	0,75	0,49	0,47
18 %*	3,12	1,95	1,44	0,94	0,60	0,58

\*) Angepaßte Ausstattung im Milchlager und der Zentralen Bedienung.

Tab. 25: Zusammensetzung der Einzelkosten von Lagermilch am Beispiel des Modells 4 (Pf/kg Lagermilch)

Beschäftigungs- grad	Kostenartengruppen								Einzelkosten insgesamt (Pf/kg) (%)	
	Personal (Pf/kg) (%)		Energ.+Betr.st. (Pf/kg) (%)		Anlagen (Pf/kg) (%)		Rohstoff (Pf/kg) (%)			
<u>3 Schichten</u>										
100 %	0,00	0,5	0,09	31,9	0,17	60,6	0,02	7,1	0,28	100
80 %	0,00	0,5	0,10	29,5	0,21	63,1	0,02	6,8	0,32	100
<u>2 Schichten</u>										
65 %	0,00	0,6	0,11	28,2	0,25	64,7	0,03	6,6	0,38	100
50 %	0,00	0,6	0,12	25,9	0,32	67,1	0,03	6,4	0,47	100
<u>1 Schicht, vers.</u>										
37 %	0,00	0,6	0,14	23,7	0,42	69,5	0,04	6,2	0,60	100
<u>1 Schicht</u>										
28 %*	0,01	0,8	0,13	20,8	0,47	73,2	0,03	5,2	0,64	100
23 %*	0,01	0,8	0,15	19,6	0,56	74,5	0,04	5,1	0,75	100
18 %*	0,01	0,8	0,17	18,3	0,71	75,9	0,05	4,9	0,94	100

\*) Angepaßte Ausstattung im Milchlager und der Zentralen Bedienung.

Die Darstellung der modellspezifischen Einzelkosten der Lagermilch in Abhängigkeit von der Produktionsmenge (Abbildung 11) macht folgende Zusammenhänge deutlich:

- Die Stückkosten sinken grundsätzlich über alle Modelle mit zunehmender Produktionsmenge. Im Bereich einer Herstellung von weniger als 100 Mio. kg Lagermilch/Jahr, der in erster Linie durch die Modelle 1–3, aber auch schon von den Modellen 4 und 5 mitabgebildet wird, sind die Degressionseffekte relativ stark: Hier sinken die Einzelkosten von mehr als 3 Pf/kg Lagermilch (bei ca. 7 Mio. kg/Jahr, abgebildet durch Modell 1) um den Faktor 10 auf einen Wert von ungefähr 0,3–0,4 Pf/kg bei fast 100 Mio. kg Lagermilch/Jahr (abgebildet durch Modell 3). Bei Jahresproduktionsmengen von mehr als 100 Mio. kg Lagermilch (Modelle 4, 5 und 6) sind die Kosteneinsparungen wesentlich geringer. Sie belaufen sich z. B. im Modell 6 auf ca. 0,4 Pf/kg Lagermilch, wenn die Jahresproduktion von ungefähr 160 auf etwa 570 Mio. kg Lagermilch gesteigert würde.

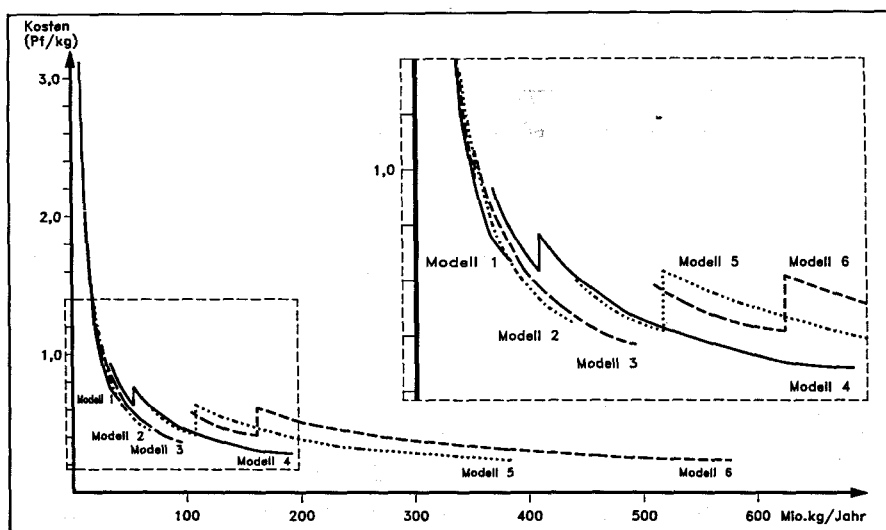


Abb. 11: Modellspezifische Einzelkosten der Lagermilch in Abhängigkeit von der Produktionsmenge (Pf/kg Lagermilch)

- Die Einzelkostenkurven der Lagermilch für die Modelle 1, 2 und 3 liegen vor allem bei der Produktion sehr geringer Lagermilchmengen im Jahr auf- bzw. dicht nebeneinander. Ab einer Produktionsmenge von ungefähr 30 bis 40 Mio. kg Lagermilch/Jahr vergrößern sich die Unterschiede hinsichtlich der Kosten geringfügig, wie auch die Ausschnittsvergrößerung in Abbildung 11 verdeutlicht. Dabei liegen die Kosten des Modells 1 marginal unter denen des Modells 2. Bei einer Produktionsmenge von 41 Mio. kg/Jahr, was einer Beschäftigung von 100% im Modell 1 entspricht (vgl. Tabelle 22), sind die Einzelkosten der Lagermilch in den Modellen 1 und 2 gleich. Die Kosten des Modells 3 liegen im Bereich der Anpassung zwischen denen der Modelle 1 und 2. Ab etwa 25 Mio. kg (Beginn der Grundversion des Modells 3) übersteigen dann die Einzelkosten der Lagermilch des Modells 3 die des Modells 2 in geringem Umfang.
- Die Einzelkostenkurve des Modells 4 verläuft ohne Schnittpunkte mit den Modellen 1–3. In Produktionsmengenbereichen, die durch alle vier Modelle abgebildet werden, ist Modell 4 die teuerste Variante. Dabei liegen die Einzelkosten des angepassten



Modells 4 (Kursenverlauf links der Zaeke) nur geringfügig über denen der Modelle 1–3, die nicht angepaßte Modellversion liegt knapp 0,2 Pf/kg Lagermilch oberhalb der Kosten der Modelle 2 und 3.

- Im Vergleich zu Modell 5 ist Modell 4 dann die kostengünstigere Alternative, wenn im Modell 5 Lagermilchmengen von mehr als ungefähr 110 Mio kg/Jahr hergestellt werden. Bei geringeren Produktionsmengen (im angepaßten Modell 5) sind die Kostenkurven für die Modelle 4 und 5 so gut wie gleich.
- Die Kosten der Lagermilch im Modell 6 wiederum liegen im Vergleich zu Modell 4 bei gleicher Output-Menge immer höher. In der angepaßten Modellversion (Lagermilchmengen  $\leq 161$  Mio. kg/Jahr; vgl. Tabelle 22) liegen sie unter denen im Modell 5, übersteigen diese jedoch, sobald eine Abteilungsausstattung in der Grundversion unterstellt wird. Die Kostenkurven beider Modelle nähern sich dann aber an; der Kostenunterschied liegt am Ende der durch Modell 5 abbildbaren Lagermilchmengen bei ca. 0,1 Pf/kg Lagermilch.

#### 4.3.1.2 Verarbeitungsmilch

Die Einzelkosten der Verarbeitungsmilch betragen in allen Modellen und Beschäftigungsvariationen 0,07 Pf/kg Verarbeitungsmilch. Dies beruht auf der Tatsache, daß der Verarbeitungsmilch lediglich mengenproportionale, nicht aber jahres-, tages- oder chargenfixe Faktormengenverbräuche zuzuordnen sind. Diese mengenproportionalen Faktormengenverbräuche fallen als Energie- und Betriebsstoffe (0,06 Pf/kg) sowie Rohstoffverluste im Betriebsraum (0,01 Pf/kg) an (vgl. Kap. 3.2.2 und 3.2.4).

Kosten für Personal und Anlagen gibt es für die Verarbeitungsmilch nicht, da dieses Produkt die Abteilung verläßt, sobald es spezifiziert ist.

#### 4.3.1.3 Rahm

Erwartungsgemäß nehmen auch die Einzelkosten des Rahms mit zunehmender Modellgröße und steigendem Beschäftigungsgrad ab (Tabelle 26). Sie liegen zwischen 0,47 Pf/kg Rahm im Modell 6 bei 100%iger Beschäftigung und 5,28 Pf/kg Rahm im Modell 1 bei 18%iger Beschäftigung. Der Rahm hat somit das mit Abstand höchste Einzelkostenniveau der betrachteten Produkte.

Der Einfluß der Modellgröße auf die Zusammensetzung der Einzelkosten sei anhand einer 50%igen Beschäftigung erläutert. Die Einzelkosten des Rahms verringern sich von Modell 1 zu Modell 6 um 72%, wobei vor allen Dingen „economies of scale“ im Bereich der Anlagekosten zum Tragen kommen. Diese belaufen sich im Modell 6 nur noch auf 17% der Anlagekosten für Rahm des Modells 1. Dabei ist selbst von Modell 5 zu Modell 6 noch eine Einsparung je kg Rahm von 0,06 Pf zu erzielen. Die Einsparungen im Bereich von Energie- und Betriebsstoffkosten sind vergleichsweise geringer: Von Modell 1 zu Modell 3 erfolgt eine Verringerung um 6%, in Modell 6 betragen die Kosten für Energie- und Betriebsstoffe immer noch 69% der des Modells 1. Gemäß dieser Degressionseffekte verändert sich die Bedeutung der einzelnen Kostenartengruppen mit zunehmender Modellgröße: Der Anteil der Anlagekosten sinkt von 77% im Modell 1 auf 46% im Modell 6, während die Bedeutung der Energie- und Betriebsstoffkosten von 22 auf 53% ansteigt.

Die Entwicklung der Zusammensetzung der Einzelkosten des Rahms in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad wird in Tabelle 27 beispielhaft für Modell 4 dargestellt. An der Verdreifachung der Einzelkosten insgesamt von 100- bis 18%iger Beschäftigung sind vor allem die Anlagekosten beteiligt: Sie weisen mit 1,36 Pf/kg Rahm bei 18%iger Beschäftigung einen fast fünfmal so hohen Betrag aus wie bei voller Auslastung. Auch im

Tab. 26: Modellspezifische Einzelkosten des Rahms (Pf/kg Rahm)

Beschäfti- gungsgrad	Einzelkosten des Rahms					
	Modell 1 (Pf/kg)	Modell 2 (Pf/kg)	Modell 3 (Pf/kg)	Modell 4 (Pf/kg)	Modell 5 (Pf/kg)	Modell 6 (Pf/kg)
<u>3 Schichten</u>						
100 %	1,31	0,97	0,82	0,62	0,51	0,47
80 %	1,53	1,11	0,93	0,68	0,55	0,50
<u>2 Schichten</u>						
65 %	1,79	1,28	1,07	0,77	0,61	0,55
50 %						
Personal	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Energ.+Betr.-st.	0,48	0,45	0,45	0,37	0,34	0,33
Anlagen	1,69	1,07	0,82	0,51	0,34	0,28
Rohstoff	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
insgesamt	2,19	1,54	1,28	0,90	0,69	0,62
<u>1 Schicht, vers.</u>						
37 %	2,80	1,94	1,59	1,09	0,82	0,72
<u>1 Schicht</u>						
28 %	3,56	2,43	1,98	1,33	0,98	0,85
23 %	4,23	2,86	2,32	1,54	1,12	0,97
18 %	5,28	3,54	2,86	1,87	1,34	1,15

Bereich der Kostenartengruppe Energie und Betriebsstoffe haben sinkende Beschäftigungsgrade Kostensteigerungen zur Folge, die jedoch mit einem Anstieg um die Hälfte von 100- bis 18%iger Beschäftigung auf einem niedrigeren Niveau liegen als die Zunahme bei den Anlagekosten. Die Bedeutung der Anlagekosten und der Kosten für Energie und Betriebsstoffe verändert sich mit abnehmendem Beschäftigungsgrad gegenläufig: Die der Anlagekosten nimmt zu, so daß diese Kostenart bei 18%iger Beschäftigung schließlich 73% der Einzelkosten insgesamt ausmacht. Die Bedeutung der Energie- und Betriebsstoffkosten sinkt hingegen von 54% bei 100%iger Beschäftigung auf 27% bei 18%iger Auslastung.

Personal- und Rohstoffkosten spielen beim Rahm so gut wie keine Rolle, da zum einen der produktspezifische Personalbedarf im Betriebsraum minimal ist und zum anderen direkte Rahmverluste nicht vorkommen (vgl. Kap. 3.2.4) und lediglich bei der Herstellung von Rahm entstehende Milchverluste berücksichtigt werden.

Betrachtet man *Abbildung 12*, so fällt auf, daß die Einzelkostenkurven des Rahms im Gegensatz zu jenen der Lagermilch keine Sprünge haben. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß für die Einzelkosten des Rahms relevante Anlagegegenstände nicht angepaßt werden.

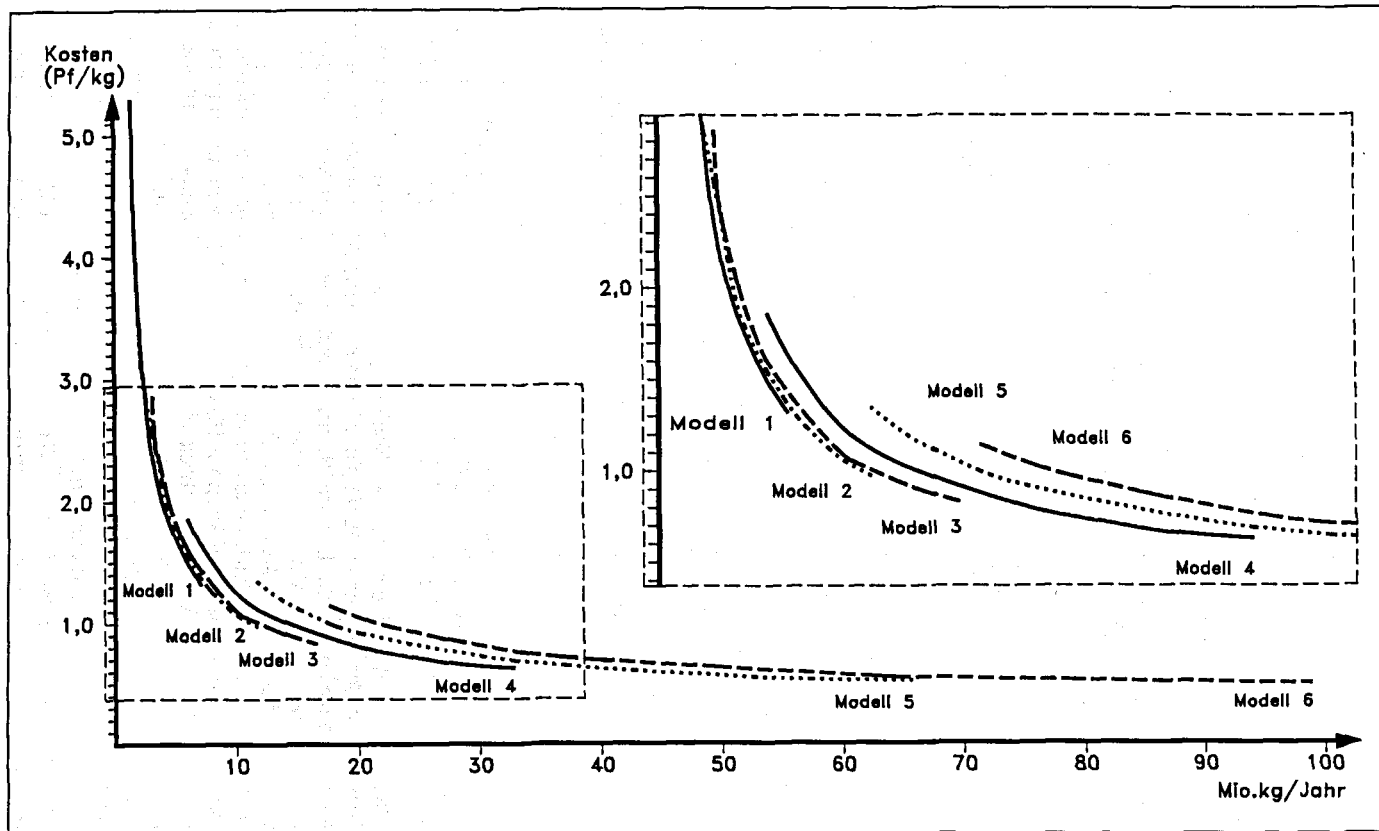
Tab. 27: Zusammensetzung der Einzelkosten von Rahm am Beispiel des Modells 4 (Pf/kg Rahm)

Beschäftigungs- grad	Kostenartengruppen								Einzelkosten insgesamt	
	Personal		Energ.+Betr.st.		Anlagen		Rohstoff			
	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)
<u>3 Schichten</u>										
100%	0,00	0,2	0,33	53,8	0,28	44,5	0,00	1,5	0,62	100
80%	0,00	0,3	0,34	49,3	0,33	49,1	0,01	1,3	0,68	100
<u>2 Schichten</u>										
65%	0,00	0,3	0,36	46,2	0,40	52,3	0,01	1,2	0,77	100
50%	0,00	0,3	0,37	41,5	0,51	57,2	0,01	1,0	0,90	100
<u>1 Schicht, vers.</u>										
37%	0,00	0,4	0,40	36,4	0,68	62,4	0,01	0,8	1,09	100
<u>1 Schicht</u>										
28%	0,01	0,4	0,43	32,1	0,89	66,8	0,01	0,7	1,33	100
23%	0,01	0,4	0,46	29,4	1,07	69,5	0,01	0,6	1,54	100
18%	0,01	0,4	0,50	26,5	1,36	72,6	0,01	0,5	1,87	100

Wenn auch auf einem höheren Kostenniveau, so haben die modellspezifischen Einzelkosten des Rahms in Abhängigkeit von der Produktionsmenge einen ähnlichen Verlauf wie diejenigen der Lagermilch. Im Bereich kleiner Produktionsmengen, die vor allen Dingen durch die Modelle 1, 2 und 3, aber auch Teile des Modells 4 abgebildet werden, sind die Kurven steil, d.h., hier sind große Degressionseffekte zu erzielen. So sinken die Einzelkosten des Rahms von mehr als 5 Pf/kg bei einer Produktionsmenge von ungefähr 1 Mio. kg/Jahr auf knapp 2 Pf/kg bei einer Jahresproduktion von ungefähr 5 Mio. kg Rahm und betragen schließlich bei einer Rahmmenge von 10 Mio. kg/Jahr ungefähr 1 Pf/kg (Modelle 2 und 3). Die Einzelkosten des Rahms liegen in den Modellen 1 und 2 sowie 2 und 3 jeweils dicht beieinander, während im Gegensatz zum Kostenverlauf bei Lagermilch zwischen Modell 1 und Modell 3 vergleichsweise deutliche Unterschiede in Höhe von ungefähr 0,2 Pf zu verzeichnen sind.

Die Kurvenverläufe der Modelle 4, 5 und 6 sind wesentlich flacher. Im Modell 6, das Produktionsmengen zwischen 18 und ungefähr 100 Mio. kg Rahm/Jahr abbildet, liegen

Abb. 12: Modellspezifische Einzelkosten des Rahms in Abhängigkeit von der Produktionsmenge  
(Pf/kg Rahm)



die Einzelkosten des Rahms bei 1,2 bzw. 0,5 Pf/kg entsprechend einem Kostensenkungspotential von 0,7 Pf/kg. Die Kurven der Modelle 4, 5 und 6 verlaufen ohne Schnittpunkte jeweils auf einem höheren Kostenniveau als das nächstkleinere Modell. Dabei nähern sie sich jedoch mit zunehmender Produktionsmenge an.

#### 4.3.2 Einzelkosten der Abteilung

Als Einzelkosten der Abteilung sind all jene Kosten zu verstehen, die nicht einem einzelnen Produkt zugerechnet werden können, da sie durch mehrere Produkte gleichzeitig verursacht werden. Sie fallen in allen Unterabteilungen an und machen absolut gesehen im Vergleich zu den Einzelkosten der Produkte den höchsten Anteil an den Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ aus: Sie betragen beispielsweise im Modell 3 bei 100%iger Beschäftigung rund 1,5 Mio. DM/Jahr, was einen Anteil von 71% an den Gesamtkosten der Abteilung entspricht.

In *Tabelle 28* werden die Einzelkosten der Abteilung für die Modelle 1–6 dargestellt. Bezugsgröße bei deren Ermittlung ist der gesamte Abteilungs-Output. Die Einzelkosten der Abteilung belaufen sich je nach Modell und Beschäftigungsgrad zwischen 0,37 und 3,02 Pf/kg Abteilungs-Output. Dabei sinken sie – wie die Einzelkosten der Produkte auch mit zunehmender Modellgröße und steigendem Beschäftigungsgrad, wobei beide Determinanten ungefähr denselben Einfluß auf die Kostendegression haben.

Am Beispiel einer 50%igen Beschäftigung werden die modellgrößenbedingten Degressionseffekte betrachtet: Insgesamt nehmen die Einzelkosten der Abteilung von Modell 1 zu Modell 6 um 64% ab, wobei bis Modell 4 relativ hohe Einsparungen von Modell zu Modell zu verzeichnen sind, ab dann treten wesentlich geringere Degressionseffekte auf. Diese Kostenentwicklung beruht auf folgenden Effekten:

1. Die Anlagekosten verringern sich bis Modell 4 auf 34% der Anlagekosten für das Modell 1, im Modell 6 betragen sie im Vergleich dazu mit 28% der Anlagekosten des Modells 1 nur geringfügig weniger.
2. Die Energie- und Betriebsstoffkosten sinken bis Modell 4 um 28% und nehmen ab dann in so geringem Umfang ab, daß sich die Unterschiede selbst in der zweiten Nachkommastelle der ausgewiesenen Kostenbeträge nicht auswirken.
3. Die Personalkosten, die auf Abteilungsebene im Gegensatz zu den produktspezifischen Einzelkosten durchaus – und vor allem in den kleineren Modellen – eine Rolle spielen, nehmen von Modell 1 zu Modell 6 um 90% ab. Dieser „hohe“ Degressionseffekt relativiert sich jedoch vor dem Hintergrund der absoluten Personalkostenersparnis von 0,18 Pf/kg Abteilungs-Output von Modell 1 zu 6.

In *Tabelle 29* wird beispielhaft für Modell 4 verdeutlicht, wie sich die Zusammensetzung der Einzelkosten der Abteilung in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad verändert. Die Einzelkosten insgesamt verdreifachen sich von 100- zu 18%iger Beschäftigung, was in erster Linie auf die Erhöhung der Anlagekosten um den Faktor 5 zurückzuführen ist. Auch der Einfluß der Energie- und Betriebsstoffkosten mit einer Kostensteigerung um 75% ( $>0,12$  Pf/kg) von 100- zu 18%iger Beschäftigung ist nicht unerheblich, während sich die Personal- und Rohstoffkosten nur um 0,03 bzw. 0,02 Pf/kg Abteilungs-Output erhöhen. Hinsichtlich ihrer Bedeutung nehmen nur die Anlagekosten zu, während der Anteil der drei übrigen Kostenartengruppen an den Einzelkosten sinkt. Im Vergleich zur Zusammensetzung der produktspezifischen Einzelkosten fallen hier die über alle Beschäftigungsgrade höheren Anteile der Personal- und der Rohstoffkosten auf. Die Bedeutung dieser beiden Kostenartengruppen ist auf Abteilungsebene höher, weil hier

Tab. 28: Modellspezifische Einzelkosten der Abteilung (Pf/kg Abteilungs-Output)

Beschäftigungsgrad	Einzelkosten der Abteilung					
	Modell 1 (Pf/kg)	Modell 2 (Pf/kg)	Modell 3 (Pf/kg)	Modell 4 (Pf/kg)	Modell 5 (Pf/kg)	Modell 6 (Pf/kg)
<u>3 Schichten</u>						
100 %	0,93	0,66	0,53	0,42	0,38	0,37
80 %	1,04	0,73	0,59	0,46	0,41	0,40
<u>2 Schichten</u>						
65 %	1,14	0,80	0,64	0,50	0,45	0,43
50 %						
Personal	0,20	0,12	0,09	0,05	0,03	0,02
Energ.+Betr.-st.	0,25	0,22	0,19	0,18	0,18	0,18
Anlagen	0,85	0,54	0,41	0,29	0,25	0,24
Rohstoff	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
insgesamt	1,36	0,90	0,75	0,58	0,51	0,49
<u>1 Schicht, vers.</u>						
37 %	1,71	1,16	0,92	0,70	0,62	0,59
<u>1 Schicht</u>						
28 %*	2,08	1,40	1,09	0,85	0,72	0,66
23 %*	2,45	1,64	1,27	0,98	0,83	0,75
18 %*	3,02	2,02	1,54	1,19	1,00	0,91

\*) Angepaßte Ausstattung in Rohmilchannahme und Zentraler Bedienung.

einerseits der für mehrere Produkte gleichzeitig anfallende Arbeitsbedarf und andererseits alle nicht produktspezifisch verursachten Rohstoffverluste zu verrechnen sind.

Tab. 29: Zusammensetzung der Einzelkosten der Abteilung am Beispiel des Modells 4 (Pf/kg Abteilungs-Output)

Beschäftigungs- grad	Kostenartengruppen								Einzelkosten insgesamt	
	Personal		Energ.+Betr.st.		Anlagen		Rohstoff			
	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)
<u>3 Schichten</u>										
100%	0,05	12,2	0,16	38,5	0,15	36,1	0,06	13,2	0,42	100
80%	0,05	11,6	0,17	36,0	0,19	40,3	0,06	12,0	0,46	100
<u>2 Schichten</u>										
65%	0,05	10,2	0,17	34,5	0,23	44,8	0,05	10,5	0,50	100
50%	0,05	9,3	0,18	31,7	0,29	49,4	0,06	9,6	0,58	100
<u>1 Schicht, vers.</u>										
37%	0,06	8,3	0,20	28,7	0,38	54,4	0,06	8,6	0,70	100
<u>1 Schicht</u>										
28%*)	0,06	7,3	0,24	27,7	0,48	57,0	0,07	8,0	0,85	100
23%*)	0,07	7,1	0,25	25,9	0,58	59,6	0,07	7,5	0,98	100
18%*)	0,08	6,8	0,28	23,8	0,74	62,5	0,08	6,8	1,19	100

\*) Angepaßte Ausstattung in Rohmilchannahme und Zentraler Bedienung.

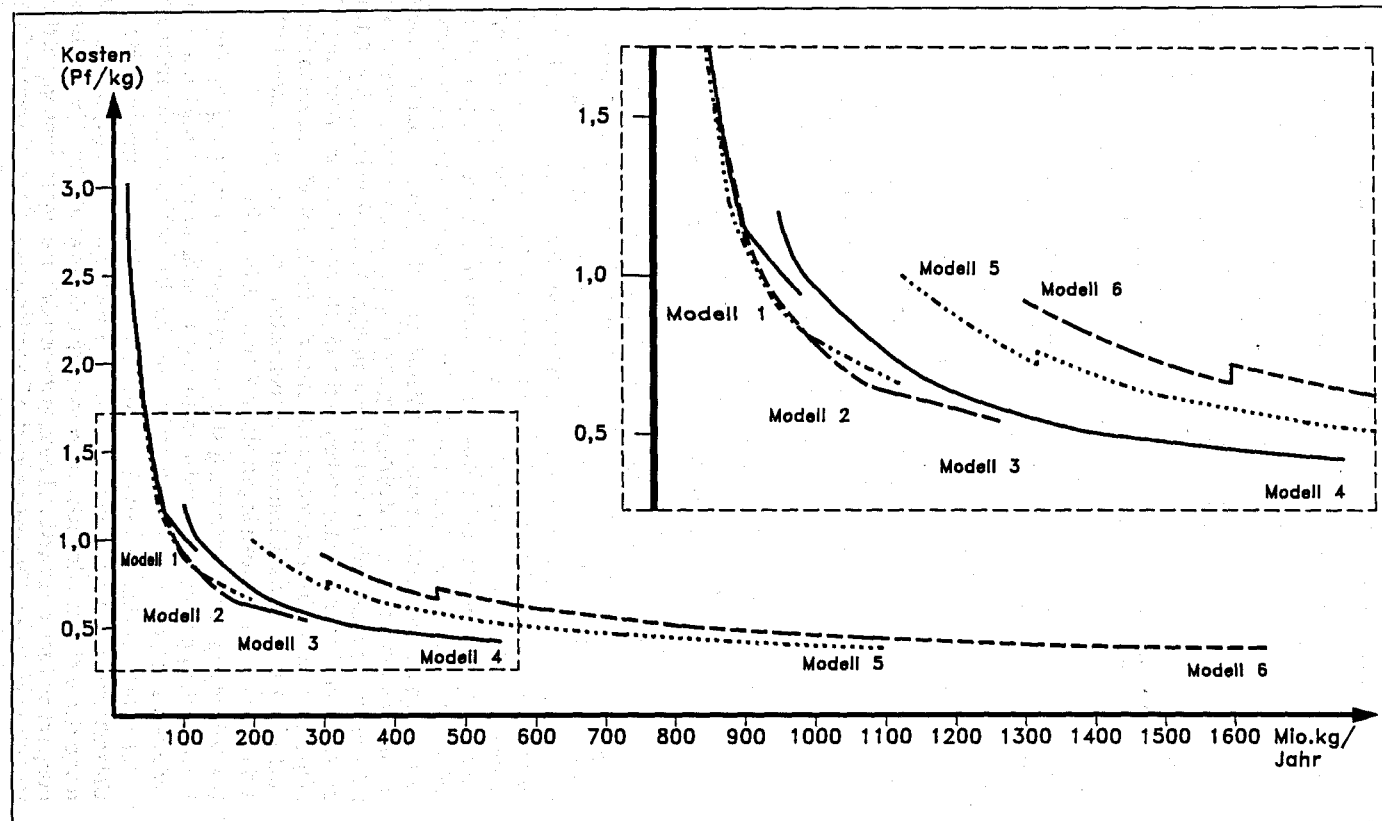
In Abhängigkeit von der Produktionsmenge ergeben sich für die Einzelkosten der Abteilung modellspezifische Kurvenverläufe (*Abbildung 13*), die denen der Kostenkurven für Lagermilch und Rahm sehr ähnlich sind; allerdings gibt es zwei Auffälligkeiten:

1. In den Modellen 1, 2 und 3 haben die Kurven jeweils bei einer Menge, die ungefähr dem modellspezifischen Abteilungs-Output bei 65%iger Beschäftigung entspricht, einen Knick und verlaufen dann flacher. Eine Erklärung hierfür findet man, wenn man die Zusammensetzung der Einzelkosten nach Kostenartengruppen in den kleinen Modellen betrachtet: Im Modell 1, das die höchsten Kosten aller Modelle hat, wird beispielsweise deutlich (*Tabelle 30*), daß die Personalkosten mit Ende des 2-Schicht-Betriebs am niedrigsten sind und von dort aus bei weiter steigender Beschäftigung auch als Stückkosten zunächst wieder zunehmen. Dies ist darin begründet, daß sich mit Beginn der dritten Schicht einerseits die variablen, mengenproportional zu verrechnenden Personalkosten je geleistete Stunde deutlich erhöhen (1), andererseits die je Mitarbeiter jahresfix auf Abteilungsebene anfallenden Personalkosten ebenfalls zunehmen und zudem die Anzahl der planmäßigen Mitarbeiter steigt (vgl. *Tabelle 13*), so daß der Personalkostenanstieg nicht durch das Mehr an Abteilungs-Output aufgefangen wird. Erst mit weiterem Anstieg der Beschäftigungsgrads und damit auch der Outputmenge sinken die Personalkosten wieder, wobei sie dann immer noch auf einem höheren Niveau liegen als im 2-Schicht-Betrieb.

2. Die Auswirkungen der Anpassung sind bei 28%iger Beschäftigung (Sprünge in den Kurven) relativ gering; im Modell 4 treten sogar überhaupt keine Kostenunterschiede zwischen angepaßter und Grundversion auf. Dies ist folgendermaßen zu begründen:

Auf Abteilungsebene wirken sich fast ausschließlich Anpassungseffekte aus der Unterabteilung „Rohmilchannahme“ aus, die wiederum vorrangig auf der Bestimmung der Größe des Rohmilchlagers basieren. Diese erfolgt bei 28%iger Beschäftigung anhand der in Kapitel 2.4.1 beschriebenen Optimierungsrechnung, mit der durch Variation der Tankgröße die Kosten des Rohmilchlagers minimiert werden. Das dabei

Abb. 13: Modellspezifische Einzelkosten der Abteilung in Abhängigkeit von der Produktionsmenge  
(Pf/kg Abt.-Output)





verfolgte Prinzip beruht auf der Tatsache, daß sich die Rohstoff- und Reinigungskosten einerseits sowie die kalkulatorischen Anlagekosten andererseits in Abhängigkeit von der Tankgröße gegenläufig verändern.

Das Optimum ist erreicht, wenn bei der betrachteten Milchmenge (28%ige Beschäftigung) mit sinkender Tankgröße der Anstieg der Rohstoff- sowie der Energie- und Betriebsstoffkosten für die Reinigung dieselbe Höhe hat wie die Kosteneinsparung bei den Anlagekosten. Diese Situation ist beispielsweise in Modell 4 (Tabelle 31) gegeben.

Tab. 30: Abteilungsspezifische Personalkosten im Modell 1 nach Kostenabhängigkeiten (Pf/kg Abteilungs-Output)

Beschäftigungs- grad	Kostenartengruppen				Personalkosten insgesamt (Pf/kg)
	jahresfix (Pf/kg)	tagesfix (Pf/kg)	chargenfix (Pf/kg)	mengenproport. (Pf/kg)	
<u>3 Schichten</u>					
100%	0,071	0,020	0,002	0,112	0,205
80%	0,075	0,025	0,001	0,112	0,213
<u>2 Schichten</u>					
65%	0,060	0,029	–	0,102	0,192
50%	0,061	0,038	–	0,102	0,201
<u>1 Schicht, vers.</u>					
37%	0,080	0,050	–	0,098	0,229
<u>1 Schicht</u>					
28%*)	0,075	0,066	–	0,098	0,240
23%*)	0,091	0,081	–	0,098	0,270
18%*)	0,117	0,103	–	0,098	0,318

\*) Angepaßte Ausstattung im Rohmilchlager und in der Zentralen Bedienung.

Während die Zunahme der Rohstoffkosten so gering ist, daß sie sich in der hier gewählten Darstellungsform nicht auswirkt, weisen die Energie- und Betriebsstoffkosten einen Anstieg von 0,22 Pf/kg Abteilungs-Output in der Grundversion und 0,24 Pf/kg in der angepaßten Version auf. Diese 0,02 Pf/kg Differenz treten auch bei den Anlagekosten auf, die sich jedoch von 0,50 auf 0,48 Pf/kg verringern.

Da eine Anpassung aufgrund fest vorgegebener Tankgrößen nicht fließend erfolgen kann, sind die Kosten der angepaßten Version in den meisten Modellen nicht gleich jenen der Grundversion, sondern liegen geringfügig darunter (im Modell 1 z. B. um 0,03 Pf/kg Abteilungs-Output). Die Kostenvorteile durch die Anpassung werden jedoch mit sinkenden Milchmengen (Beschäftigungen  $\leq 28\%$ ) immer größer, da dann die absolute Höhe der Anlagekosten unverändert bleibt, während die Energie- und Betriebsstoff- sowie Rohstoffkosten aufgrund der geringeren Milchmengen absolut gesehen sinken, so daß die anpassungsbedingte Einsparung von Anlagekosten letztendlich wesentlich stärker zu Buche schlägt als der Kostenanstieg bei den übrigen beiden Kostenarten.

#### 4.3.3 Vergleich der Einzelkosten

Läßt man die Kostenkurven der vorangegangenen Kapitel Revue passieren, so ist festzuhalten, daß ihre Verläufe vom Typ und modellspezifischer Lage her gleich sind, daß aber das Kostenniveau teilweise erheblich voneinander abweicht. Die Einzelkosten des Rahms sind – bedingt durch die niedrigen Bezugsmengen – in allen Modellen und jeder Beschäftigung im Vergleich zu den Einzelkosten der Lagermilch, der Verarbeitungsmilch

Tab. 31: Auswirkungen der Rohmilchlageranpassung auf die Einzelkosten der Abteilung bei 28%iger Beschäftigung (Pf/kg Abteilungs-Output)

Kostenarten- gruppen	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5		Modell 6	
	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)	Grund- version (Pf/kg)	Angepaßte Version (Pf/kg)
Personal	0,24	0,24	0,14	0,14	0,11	0,11	0,06	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
Energie + Betriebsstoffe	0,33	0,35	0,27	0,28	0,23	0,25	0,22	0,24	0,21	0,21	0,21	0,21
Anlagen	1,47	1,40	0,94	0,91	0,71	0,66	0,50	0,48	0,43	0,40	0,41	0,36
Rohstoff	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
insgesamt	2,11	2,08	1,42	1,40	1,12	1,09	0,85	0,85	0,75	0,72	0,71	0,66

bzw. der Abteilung am höchsten. An zweiter Stelle stehen die Einzelkosten für die Abteilung, gefolgt von der Lagermilch. Die geringsten Beträge fallen bei der Verarbeitungsmilch an.

Interessant erscheint eine Untersuchung der Zusammensetzung der Einzelkosten der verschiedenen Produkte nach den Kostenartengruppen im Vergleich. In *Abbildung 14* wird der Anteil der Kostenartengruppen an den Einzelkosten der Produkte bzw. der Abteilung beispielhaft für eine 50%ige Beschäftigung abgebildet. Dabei wird auf die Darstellung der Verarbeitungsmilch verzichtet, da hier überhaupt nur zwei Kostenartengruppen, nämlich Energie- und Betriebsstoffe sowie Rohstoffverluste, zum Tragen kommen, deren absolute Werte und damit auch Prozentanteile über alle Modelle und Beschäftigungsgrade konstant sind.

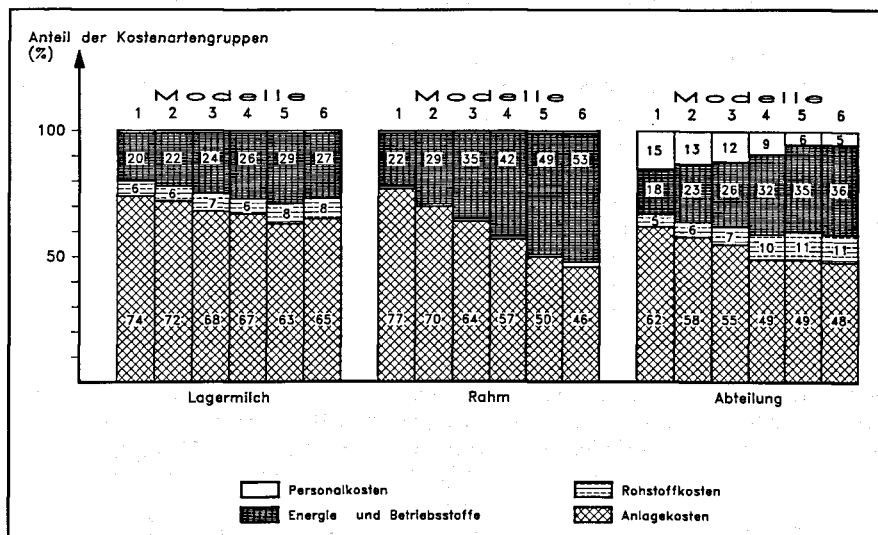


Abb. 14: Anteil der Kostenartengruppen an den Einzelkosten der Produkte und der Abteilung bei 50% Beschäftigung

Die Bedeutung der *Anlagekosten* ist bei der Lagermilch und dem Rahm in den (kleinen) Modellen 1–3 ungefähr gleich, liegt jedoch im Vergleich zur Abteilung auf einem höheren Niveau. Mit weiter zunehmender Modellgröße nähern sich dann – bedingt durch die relativ starke Abnahme des Anteils der Anlagekosten an den Einzelkosten des Rahms bei nahezu gleichbleibenden Werten bei der Produktgruppe – die Prozentanteile der Anlagekosten für Rahm und für die Abteilung an, während jene bei Lagermilch auf einem wesentlich höheren Niveau bleiben.

Der Anteil der *Rohstoffkosten* an den Einzelkosten ist in den Modellen 1–3 für Lagermilch und die Abteilung jeweils nahezu gleich; in den größeren Modellen nimmt er in der Abteilung stärker zu und liegt somit über dem Anteil der Rohstoffkosten bei Lagermilch. Beim Rahm spielt diese Kostenart keine Rolle, da bei diesem Produkt modellhaft unterstellt wurde, daß keine Verluste anfallen (vgl. Kap. 3.2.4).

Die Bedeutung der *Energie- und Betriebsstoffkosten* nimmt sowohl bei beiden Produkten als auch bei der Abteilung zu, wobei jedoch die Zunahme in unterschiedlichem Maße erfolgt: Bei fast gleichen Prozentanteilen der Energie- und Betriebsstoffkosten an den Einzelkosten von Lagermilch, Rahm und der Abteilung im Modell 1 hat der

Rahm mit einem Anteil der Kosten für Energie und Betriebsstoffe von 53% im Modell 6 den größten Zuwachs zu verzeichnen, da hier die Kosten der betrachteten Kostenart in wesentlich geringerem Umfang sinken als die Einzelkosten insgesamt.

Die Anteile der auf Abteilungsebene verrechneten Energie- und Betriebsstoffkosten verdoppeln sich von Modell 1 zu 6, während bei der Lagermilch nur eine Zunahme um 9%-Punkte bis Modell 5 und dann sogar wieder ein leichtes Absinken des Kostenanteils zu verzeichnen ist.

Die *Personalkosten* haben bei den einzelnen Produkten so gut wie keine Bedeutung, da die meisten Arbeiten in der Abteilung nicht produktspezifisch anfallen und daher auch nicht den Produkten, sondern der Abteilung zuzurechnen sind. Dort nimmt ihr Anteil an den Einzelkosten insgesamt mit zunehmender Modellgröße ab, was darauf hindeutet, daß die Personalkosten stärker sinken als die gesamten Einzelkosten der Abteilung.

#### 4.3.4 Gesamtkosten der Abteilung

Die Gesamtkosten der Abteilung ergeben sich als Summe aus den Einzelkosten aller Produkte und den Einzelkosten der Abteilung.

Bevor eine Darstellung der Gesamtkosten hinsichtlich der Kostenentstehung nach verschiedenen Gliederungskriterien vorgenommen wird, soll zunächst in tabellarischer Form ein Überblick über die Höhe der Gesamtkosten der durch die Modelle und Beschäftigungsvariationen abgebildeten Abteilungen aufgezeigt werden (*Tabelle 32*). Bezugsgröße für diese Stückkostendarstellung sind die in *Tabelle 21* ausgewiesenen Mengen an Abteilungs-Output.

Insgesamt liegen die Gesamtkosten bei 0,51 Pf/kg Abteilungs-Output im größten Modell bei voller Beschäftigung und steigen mit abnehmender Modellgröße und sinkendem Beschäftigungsgrad auf schließlich 4,47 Pf/kg Abteilungs-Output. Dabei ist der Einfluß beider Determinanten auf die Kostendegression ungefähr gleich: So beträgt beispielsweise die Kostendifferenz bei der höchsten Beschäftigung 0,76 Pf/kg von Modell 1 zu 6, im größten Modell liegt sie von 100- zu 18%iger Beschäftigung bei 0,72 Pf/kg. Im umgekehrten Fall, also im kleinsten Modell bzw. der geringsten Auslastung, beträgt die entsprechende Differenz jeweils 3,2 Pf/kg.

Die in *Tabelle 32* dargestellten Informationen werden in den nachfolgenden Unterkapiteln genauer analysiert, wobei die Abhängigkeit der Gesamtkosten von der Beschäftigungssituation und dem Abteilungs-Output sowie ihre Zusammensetzung nach Kostenartengruppen, Kostenabhängigkeiten und je Unterabteilung verursachten Kosten untersucht werden.

##### 4.3.4.1 Gliederung nach Beschäftigung

*Abbildung 15* zeigt die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in Abhängigkeit von der Beschäftigung.

In allen Modellen sind erwartungsgemäß die Kosten bei einer vollen Auslastung der Abteilung am geringsten und nehmen dann mit Verringerung des Beschäftigungsgrades zu. Dabei steigen die Kosten im Bereich von Beschäftigungsgraden von weniger als 37% ( $\leq$ versetzter 1-Schicht-Betrieb) relativ stärker als bei Beschäftigungsgraden von mehr als 37%. Dies bedeutet, daß das Fahren vorgegebener Kapazitäten im 1-Schicht-Betrieb zu erheblich höheren Stückkosten führt als im 2- oder 3-Schicht-Betrieb.

In Abhängigkeit von der Modellgröße sind folgende Effekte aufzuzeigen:

- Die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ eines kleineren Modells liegen bei allen Beschäftigungsgraden jeweils über denen des nächstgrößeren Modells. Dabei sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Modelle bei bestimmten

Tab. 32: Modellspezifische Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ (Pf/kg Abteilungs-Output)

Beschäfti- gungsgrad	Gesamtkosten					
	Modell 1 (Pf/kg)	Modell 2 (Pf/kg)	Modell 3 (Pf/kg)	Modell 4 (Pf/kg)	Modell 5 (Pf/kg)	Modell 6 (Pf/kg)
<u>3 Schichten</u>						
100 %	1,27	0,91	0,75	0,60	0,53	0,51
80 %	1,45	1,02	0,83	0,66	0,58	0,56
<u>2 Schichten</u>						
65 %	1,62	1,14	0,92	0,72	0,64	0,61
50 %	1,95	1,35	1,09	0,84	0,74	0,71
<u>1 Schicht, vers.</u>						
37 %	2,47	1,68	1,34	1,02	0,89	0,85
<u>1 Schicht</u>						
28 %*	3,05	2,03	1,59	1,19	0,96	0,89
23 %*	3,61	2,40	1,85	1,38	1,11	1,02
18 %*	4,47	2,95	2,26	1,67	1,33	1,23

\*) Angepaßte Ausstattung in Rohmilchannahme, Milchlager und Zentraler Bedienung.

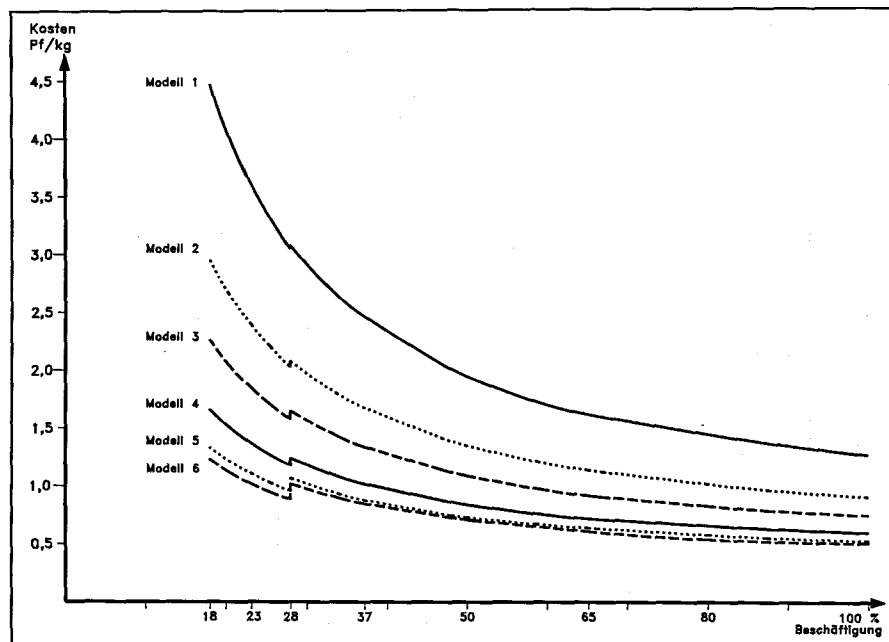


Abb. 15: Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in Abhängigkeit von der Beschäftigung (Pf/kg Abt.-Output)

Beschäftigungsgraden enorm. Im Modell 1 beispielsweise liegen die Stückkosten bei einer 18%igen Beschäftigung mit ca. 4,5 Pf/kg Abteilungs-Output auf einem ungefähr viermal so hohen Niveau wie jene im Modell 6 bei derselben Beschäftigung. Selbst bei 100%iger Beschäftigung sind die Stückkosten im Modell 1 noch ca. 2 1/2 mal so hoch wie im Modell 6.

- Je größer die Modelle, desto flacher sind die Kurvenverläufe. Dies bedeutet, daß die Kostenunterschiede zwischen einer 18- und einer 100%igen Beschäftigung mit zunehmender Modellgröße geringer werden, woraus zu schließen ist, daß in großen Modellen geringe Auslastungen weniger stark zu Buche schlagen als in kleinen Modellen (vgl. auch Tabelle 32), weil die bei geringer Auslastung verarbeiteten Mengen immer noch vergleichsweise groß sind.
- Je größer die Modelle werden, desto näher liegen die Kurven beieinander. Bei Modell 5 und 6 sind nur noch geringfügige Unterschiede hinsichtlich der Kosten bei gleicher Beschäftigung festzustellen.

Bei den vorstehenden Ausführungen ist jedoch zu berücksichtigen, daß für einen bestimmten Beschäftigungsgrad die Outputmengen je Modell unterschiedlich sind (vgl. Tabelle 21), so daß aus der Abbildung 15 nicht abzuleiten ist, daß beispielsweise das Modell 2 bei einer bestimmten Produktionsmenge die kostengünstigere Alternative zu Modell 1 ist. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in Abhängigkeit vom Abteilungs-Output zu betrachten.

#### 4.3.4.2 Gliederung nach Abteilungs-Output

In *Abbildung 16* werden die Zusammenhänge zwischen den Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ und dem Abteilungs-Output dargestellt. Die modellspe-

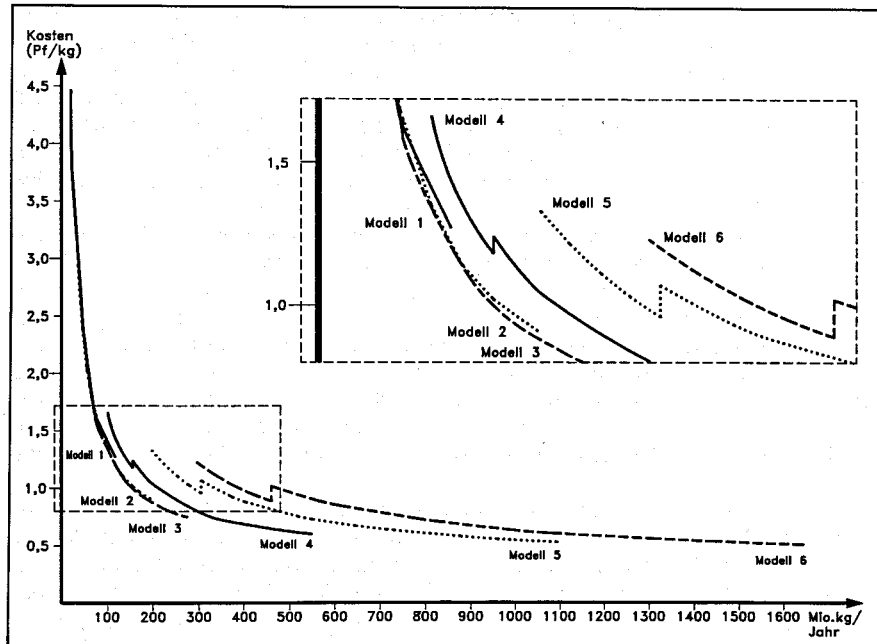


Abb. 16: Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in Abhängigkeit von der Produktionsmenge (Pf/kg Abt.-Output)

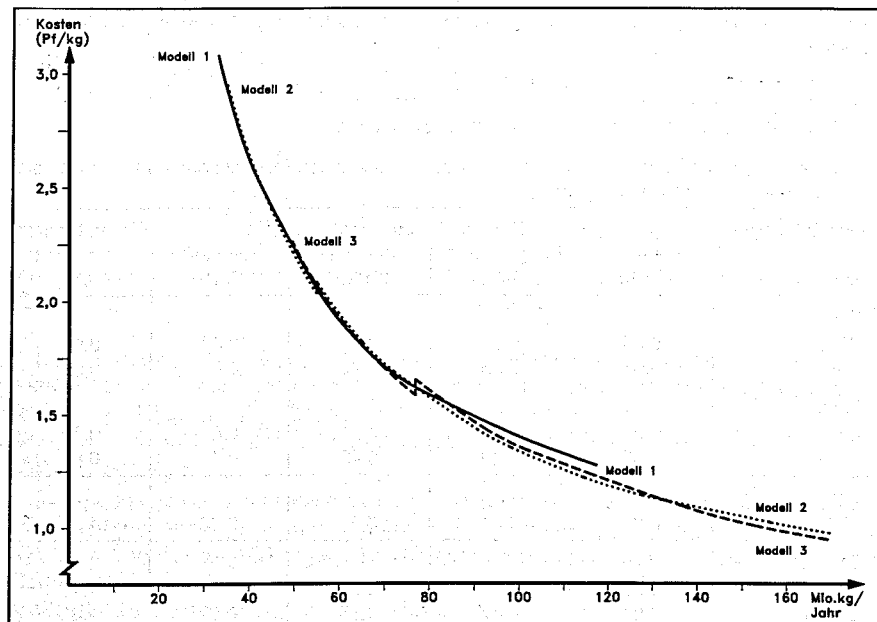


Abb. 16a: Detaildarstellung der Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ in Abhängigkeit von der Produktionsmenge (Pf/kg Abt.-Output)

zifischen Kostenkurven zeigen sowohl vom Verlauf her als auch von der Lage zueinander ein ähnliches Bild wie die Einzelkosten der Produkte bzw. der Abteilung. Letztendlich erstaunt es aber doch, daß die Kosten der Modelle 1, 2 und 3 bei gegebener Produktionsmenge im wesentlichen gleich sind. Die Ausschnittsvergrößerung macht deutlich, daß nur dort, wo die jeweils kleineren Modelle Auslastungsgrade von mehr als 80% haben (im Modell 1 ab ca. 95 Mio. kg Abteilung-Output/Jahr, im Modell 2 ab ungefähr 150 Mio. kg/Jahr), erkennbare Abweichungen dergestalt auftreten, daß das jeweils kleinere Modell kostenmäßig über dem größeren liegen.

Um diesen Sachverhalt genauer analysieren zu können, wurde in *Abbildung 16a* eine im Maßstab veränderte Detaildarstellung der Gesamtkosten der Modelle 1–3 vorgenommen. Hieraus ist zu erkennen, daß die Kostenkurven nicht parallel zueinander, sondern teilweise mit mehreren Schnittpunkten verlaufen. So liegen die Kostenkurven der Modelle 1 und 2 bis zu einer Produktionsmenge von ungefähr 75 Mio. kg/Jahr so gut wie aufeinander, wobei die Kosten des Modells 2 zunächst minimal über, zwischen ca. 43 Mio. kg/Jahr und 55 Mio. kg/Jahr unterhalb und ab dann bis zum genannten Schnittpunkt von 75 Mio. kg/Jahr wiederum oberhalb der Kosten des Modells 1 verlaufen. Danach liegen die Kosten des Modells 2 unterhalb der Kostenkurve des Modells 1, wobei die Unterschiede größer werden.

Einen ähnlichen Verlauf zueinander zeigen die Kostenkurven der Modelle 2 und 3: Das nicht angepaßte Modell 3 ist – wenn auch nur minimal – kostengünstiger als das Modell 2 in der Grundversion, mit dem Ende der Anpassung im Modell 3 (bei ungefähr 77 Mio. kg/Jahr) liegen die Kosten des Modells 3 über jenen des Modells 2. Bei Produktionsmengen ab ungefähr 135 Mio. kg/Jahr ist Modell 3 die kostengünstigere Variante.

Die Stückkosten der Modelle 4, 5 und 6 liegen, wieder Bezug nehmend auf *Abbildung 16*, in den Mengenbereichen, in denen auch die drei kleineren Modelle produzieren, über deren Kosten. Die Kurven der Modelle 4–6 verlaufen ohne Schnittpunkte miteinander so, daß es immer kostengünstiger ist, bei gleicher Produktionsmenge das kleinere Modell zu nutzen.

#### 4.3.4.3 Gliederung nach Kostenartengruppen

Tab. 33: Zusammensetzung der Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ am Beispiel des Modells 4 (Pf/kg Abteilungs-Output)

Beschäftigungs- grad	Kostenartengruppen				Gesamtkosten insgesamt (Pf/kg)
	Personal (Pf/kg)	Energ.+Betr.st. (Pf/kg)	Anlagen (Pf/kg)	Rohstoff (Pf/kg)	
<u>3 Schichten</u>					
100%	0,05	0,25	0,23	0,07	0,60
80%	0,05	0,26	0,28	0,07	0,66
<u>2 Schichten</u>					
65%	0,05	0,27	0,34	0,07	0,72
50%	0,06	0,29	0,43	0,07	0,84
<u>1 Schicht, vers.</u>					
37%	0,06	0,31	0,57	0,08	1,02
<u>1 Schicht</u>					
28%*)	0,06	0,34	0,70	0,09	1,19
23%*)	0,07	0,37	0,85	0,09	1,38
18%*)	0,08	0,41	1,07	0,10	1,67

\*)Angepaßte Ausstattung in Rohmilchannahme, Milchlager und Zentraler Bedienung.



Interessant ist auch zu analysieren, wie sich die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ nach Kostenartengruppen zusammensetzen und wie sich deren Anteile in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad und der Modellgröße verändern.

Der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die Zusammensetzung der Gesamtkosten sei am Beispiel des Modells 4 (Tabelle 33) dargestellt. An der Steigerung der Gesamtkosten von 100- zu 18%iger Beschäftigung auf das 2,8-fache sind die Anlagekosten mit einer Zunahme von 0,84 Pf/kg (entsprechend 365%) am stärksten beteiligt. Die Energie- und Betriebsstoffkosten erhöhen sich von 0,25 Pf/kg Abteilungs-Output bei 100%iger Beschäftigung auf 0,41 Pf/kg bei 18%iger Beschäftigung, was einem Zuwachs von 64% entspricht. Die Kosten für Personal und Rohstoff nehmen jeweils um 0,03 Pf zu, wobei die Personalkosten insgesamt auf einem etwas niedrigeren Niveau liegen als die Rohstoffkosten.

Betrachtet man nun den Anteil, den die Kostenartengruppen an den Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ haben, so ist für alle Modelle folgendes festzustellen (Abbildung 17):

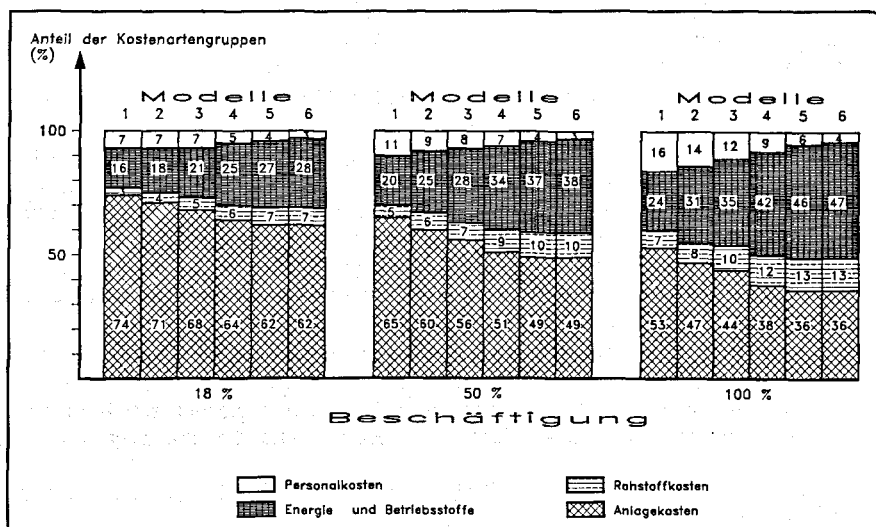


Abb. 17: Anteil der Kostenartengruppen an den Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ (%)

Die Bedeutung der *Anlagekosten* nimmt mit zunehmendem Beschäftigungsgrad ab. In Modell 4 beispielsweise verringert sich ihr Anteil von 64% bei 18%iger Beschäftigung um knapp die Hälfte auf 38% bei voller Auslastung. Dies verdeutlicht nochmals, daß die Anlagekosten mit zunehmendem Beschäftigungsgrad stärker sinken als die Gesamtkosten der Abteilung.

Im Gegensatz dazu nehmen die *Energie- und Betriebsstoffkosten* in ihrer Bedeutung mit zunehmendem Beschäftigungsgrad zu. Ihr Anteil erhöht sich beispielsweise im Modell 4 von 18- zu 100%iger Beschäftigung um den Faktor 1,7. Die Energie- und Betriebsstoffkosten sinken folglich mit zunehmendem Beschäftigungsgrad in höherem Maße als die Gesamtkosten der Abteilung.

Dies gilt ebenfalls für die *Personal-* und auch die *Rohstoffkosten*, wenn auch auf einem niedrigeren Niveau. In Modell 4 beispielsweise verdoppelt sich der relative Anteil der

Rohstoffkosten von 18- zu 100%iger Beschäftigung; der der Personalkosten steigt knapp um den Faktor 2.

Um den Einfluß der Modellgröße auf die Zusammensetzung der Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ analysieren zu können, sei die Situation bei der 50%igen Beschäftigung betrachtet (Abbildung 17):

Im kleinsten Modell machen die Anlagekosten ungefähr zwei Drittel der Gesamtkosten aus. Die Energie- und Betriebsstoffkosten haben mit 20% den zweitgrößten Anteil, gefolgt von den Personalkosten, die mit 11% einen gut doppelt so hohen Anteil an den Gesamtkosten haben wie der Rohstoff.

Mit zunehmender Modellgröße sinkt die Bedeutung der Anlagekosten, wobei ab Modell 4 nur noch geringfügige Abnahmen zu verzeichnen sind. Diese sind von Modell 5 zu 6 so klein, daß sie sich in der gewählten Darstellungsform nicht mehr niederschlagen.

Die Energie- und Betriebsstoffkosten verdoppeln sich quasi in ihrer relativen Höhe von Modell 1 zu 6. Dies gilt auch für die Rohstoffkosten, deren Anteil auf 10% in den Modellen 5 und 6 ansteigt. Die Bedeutung der Personalkosten hingegen nimmt mit zunehmender Modellgröße ab. So liegt ihr Anteil im Modell 6 nur noch bei 3%, was einer Verringerung um den Faktor 3 entspricht.

Über alle Modellgrößen und Beschäftigungsvariationen betrachtet, lassen sich folgende Aussagen treffen:

Mit steigender Modellgröße und zunehmendem Beschäftigungsgrad verringert sich die Bedeutung der Anlagekosten ebenso wie die der Personalkosten, während die Bedeutung von Energie- und Betriebsstoff- sowie Rohstoffkosten zunimmt. Dabei ist bei allen Kostenartengruppen der Modellgrößeneffekt bei hohen Beschäftigungsgraden größer als bei niedrigen. Bei 100%iger Beschäftigung beispielsweise verringern sich die Personalkosten von Modell 1 zu Modell 6 um den Faktor 4, während sie bei 18%iger Beschäftigung nur um gut die Hälfte abnehmen.

Abbildung 17 macht deutlich, daß die Anlagekosten sowie die Energie- und Betriebsstoffkosten die bedeutendsten Kostenartengruppen für die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ sind. Da sie sich ihrerseits wiederum aus mehreren Kostenarten zusammensetzen, erscheint es interessant, sie dahingehend zu analysieren.

Tab. 34: Zusammensetzung der Anlagekosten bei 50%iger Beschäftigung (Pf/kg Abteilungs-Output und %)

Kostenarten	Anlagekosten					
	Modell 1		Modell 3		Modell 5	
	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)
Abschreibungen	0,60	48	0,29	48	0,17	48
Zinsen	0,43	34	0,21	34	0,12	34
Instandhaltung	0,14	11	0,07	11	0,04	11
Reparaturen	0,09	7	0,04	7	0,02	7
Anlagekosten insgesamt	1,26	100	0,61	100	0,36	100

Betrachtet man nun die Zusammensetzung der Anlagekosten bei 50%iger Beschäftigung (Tabelle 34), so ist festzustellen, daß mit zunehmender Modellgröße die Höhe der Abschreibungen, Zinsen, Instandhaltungs- und Reparaturkosten als Stückkosten sinken, wie dies aus der Entwicklung der Anlagekosten insgesamt zu erwarten war. Die Bedeutung der einzelnen Kostenpositionen hingegen bleibt unverändert: Den größten Anteil an den Anlagekosten haben in allen Modellen mit knapp der Hälfte die Abschrei-

bungen. Die zweitgrößte Bedeutung kommt – mit ungefähr einem Drittel der Anlagekosten – den Zinsen zu. Der Anteil des Instandhaltungsaufwands (zur Abdeckung laufzeitunabhängiger Wartungen und Inspektionen) liegt mit 11% über dem der Reparaturkosten (7%), die den laufzeitbedingten Verschleiß der Anlagen abdecken (1), obwohl definitionsgemäß bei einer 50%igen Beschäftigung die Höhe beider Kostenpositionen für die verschleißenden technischen Anlagen gleich ist; dies ist darin begründet, daß den Instandhaltungskosten auch zusätzlich der Aufwand für Gebäude- und EDV-Wartung zuzurechnen ist.

Die *Energie- und Betriebsstoffkosten* – ebenfalls bei einer 50%igen Beschäftigung in *Tabelle 35* betrachtet – betragen im Modell 1 insgesamt 0,394 Pf/kg Abteilungs-Output. Den größten Anteil daran haben mit 64% die Wasser- und Abwasserkosten. Die Kostenarten Strom, Dampf und Betriebsstoffe sind jeweils zu gleichen Teilen (16%) an den Kostenartengruppenkosten beteiligt, während Eiswasser mit 4% und Druckluft mit 1% Anteil nur geringe Bedeutung haben.

Im Vergleich dazu sind die Energie- und Betriebsstoffkosten insgesamt im Modell 5 um ca. 30% niedriger. Entsprechend hat auch die Höhe der Kosten bei den einzelnen Kostenarten mit Ausnahme des Eiswassers abgenommen, wobei die größten Degressionen bei den Betriebsstoffen vorkommen. Hier haben sich die Stückkosten von Modell 1 zu 5 um mehr als die Hälfte verringert.

Die Bedeutung der einzelnen Kostenarten an den Energie- und Betriebsstoffkosten ist hingegen im wesentlichen unverändert; leichte Verschiebungen ergeben sich aus vorstehenden Ausführungen.

Tab. 35: Zusammensetzung der Energie- und Betriebsstoffkosten bei 50%iger Beschäftigung (Pf/kg Abteilungs-Output und %)

Kostenarten	Modell 1		Modell 5	
	(Pf/kg)	(%)	(Pf/kg)	(%)
Strom	0,063	16	0,050	18
Wasser mit Abwasser	0,186	47	0,132	48
Dampf	0,065	16	0,051	19
Eiswasser	0,014	4	0,014	5
Druckluft	0,003	1	0,001	0
Betriebsstoffe	0,063	16	0,028	10
insgesamt	0,394	100	0,275	100

#### 4.3.4.4 Gliederung nach Kostenabhängigkeiten

Die Darstellung der Gesamtkosten nach Kostenabhängigkeiten bedeutet, diese gemäß ihrer Entstehung als jahres-, tages- und charginfixe sowie mengenproportionale Kosten auszuweisen, um so mehr Verständnis für die inneren Zusammenhänge der Kostenverursachung zu bekommen.

*Mengenproportional* sind jene Kosten, die kontinuierlich bei der Verarbeitung der eingesetzten Milch anfallen. Hierzu zählen insbesondere die Verbräuche von Strom, Dampf und Kälte, aber auch das zur Prozeßaufsicht nötige Personal.

*Charginfixe* Kosten entstehen bei jeder Zwischenreinigung im Betriebsraum. Die Anzahl der Chargin im Jahr ändert sich mit der Beschäftigung, da jeweils nach 15 Stunden Zentrifugenlaufzeit eine Zwischenreinigung erforderlich ist (vgl. Kap. 2.3.1). Konkret bedeutet dies, daß bei einer 100%igen Beschäftigung 365 Chargin im Jahr anfallen. Bei einer 80%igen Beschäftigung werden nur 200 veranschlagt, da zu unterstellen ist, daß bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 17,2 Stunden/Tag die Zentrifugen an 165 Tagen/Jahr weniger als 15 Stunden, an den verbleibenden 200 Tagen aber länger

laufen. Bei Beschäftigungsgraden von 2 Schichten und weniger sind keine Zwischenreinigungen mehr erforderlich, da dann die Zentrifugenlaufzeit/Tag kleiner als 15 Stunden ist, so daß hier keine chargenfixen Kosten anfallen.

Die *tagesfix* verrechneten Kosten ergeben sich auf der Basis von 365 Produktionstagen in der „Allgemeinen Milchbehandlung“. Alle den genannten Kategorien nicht zuweisbaren Kosten werden – auch wenn sie beispielsweise wochenfix anfallen – *jahresfix* verrechnet.

Nachfolgend wird der Einfluß der Modellgröße bzw. des Beschäftigungsgrades auf die Höhe der Kosten in den einzelnen Abhängigkeitskategorien betrachtet (Abbildung 18).

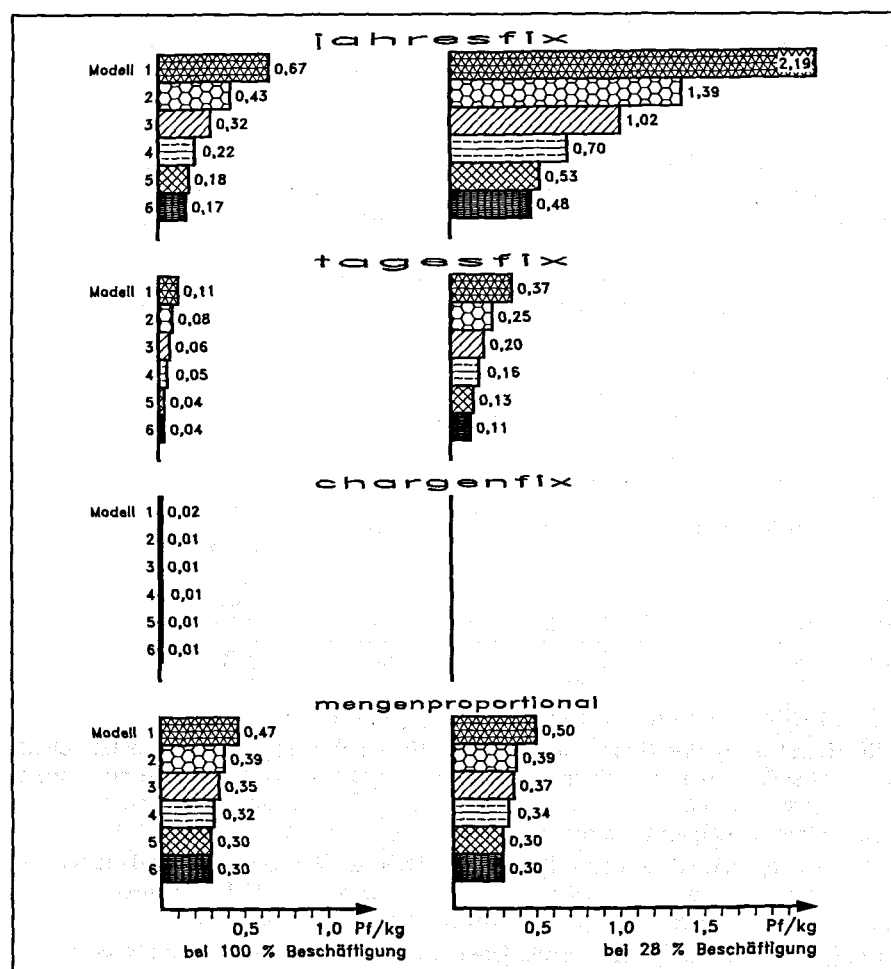


Abb. 18: Gesamtkosten in Pf/kg Abteilungs-Output nach Kostenabhängigkeiten

Der Einfluß der Modellgröße sei dabei anhand der Kosten bei 100%iger Beschäftigung dargestellt. Es ist festzustellen, daß zwar tendenziell über alle Kategorien die Kosten mit zunehmender Modellgröße sinken, dies aber in unterschiedlichem Maße. Die jahresfixen Kosten verringern sich von Modell 1 zu Modell 6 um 0,5 Pf/kg Abteilungs-Output, was

einem Prozentsatz von 75% entspricht. Die tagesfixen Kosten liegen in allen Modellen auf einem erheblich niedrigeren Niveau als die jahresfixen und nehmen von Modell 1 zu Modell 6 um 64%, was jedoch nur 0,08 Pf/kg entspricht, ab. Die Höhe der chargenfixen Kosten bewegt sich zwischen 0,01 und 0,02 Pf/kg Abteilungs-Output. Die Degressions-effekte von Modell zu Modell sind in dieser Kostenkategorie so gering, daß sie sich in der hier gewählten Darstellung mit zwei Nachkommastellen nicht auswirken. Betrachtet man die mengenproportionalen Kosten, so ist festzustellen, daß sie sich von Modell 1 zu Modell 5 um 0,17 Pf/kg (36%) verringern und dann nahezu unverändert bleiben. Bemerkenswert ist, daß ihre Höhe in den Modellen 1 und 2 noch unterhalb der jahresfixen Kosten liegt, während sie diese ab Modell 3 „überholen“.

Die vorstehend für eine 100%ige Beschäftigung beschriebenen Kostenverläufe gelten prinzipiell auch bei 28%iger Beschäftigung, wobei hier die modellgrößenbedingten Degressionseffekte innerhalb jeder Kostenkategorie etwas stärker sind. Chargenfixe Kosten existieren, wie vorstehend beschrieben, bei 28%iger Beschäftigung nicht.

Der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die Höhe der jahres-, tages- und chargenfixen sowie mengenproportionalen Kosten kann mit einigen Ausnahmen dahingehend beschrieben werden, daß mit sinkendem Beschäftigungsgrad die Kosten in den jeweils betrachteten Kategorien steigen. Dabei ist bei den jahresfixen wie auch den tagesfixen Kosten jeweils ungefähr eine Verdreifachung der Kosten in jedem Modell festzustellen, wenn man die Beschäftigung von 100 auf 28% senkt. Bei den mengenproportionalen Kosten verändern sich die Beträge nur geringfügig oder gar nicht.

Nachfolgend sei auf die Bedeutung der Kostenkategorien hinsichtlich der Gesamtkosten eingegangen. In *Abbildung 19* werden für ausgewählte Modellvarianten, nämlich für die Modelle 1 und 5 bei 100- und 28%iger Beschäftigung, die Anteile der einzelnen Kostenkategorien an den Gesamtkosten aufgezeigt.

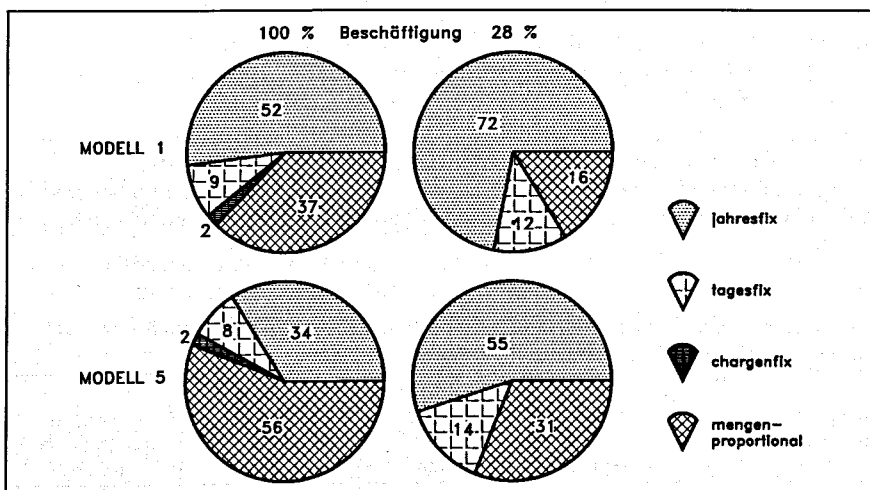


Abb. 19: Bedeutung der Kostenabhängigkeiten (%) für ausgewählte Modellvarianten

Bei einer 100%igen Beschäftigung fallen im Modell 1 gut die Hälfte der Gesamtkosten als jahresfixe Kosten an. Den zweitgrößten Kostenblock machen die mengenproportionalen Kosten aus; ihr Anteil beträgt 37%. Die tagesfixen mit 9% und chargenfixen Kosten mit 2% an den Gesamtkosten sind dagegen relativ unbedeutend.

Mit zunehmender Modellgröße nehmen – wie hier am Modell 5 demonstriert – die mengenproportionalen Kosten hinsichtlich ihrer Bedeutung stark zu. Sie steigen im Modell 5 auf 56%, während sich der Anteil der jahresfixen Kosten auf 34% reduziert. Die Bedeutung der tages- und chargenfixen Kosten hat sich nur unwesentlich bzw. überhaupt nicht verändert.

Betrachtet man nun – weiterhin im Modell 5 – die Auswirkungen der Verringerung des Beschäftigungsgrades auf 28%, so zeigt sich, daß sich die Verhältnisse von jahresfixen und mengenproportionalen Kosten im Vergleich zur 100%igen Beschäftigung so gut wie umkehren: Bei der 28%igen Beschäftigung machen die jahresfixen Kosten wiederum mehr als die Hälfte, nämlich 55%, der Gesamtkosten aus, während die mengenproportionalen nur noch bei ungefähr einem Drittel liegen. Die Bedeutung der tagesfixen Kosten hat sich nahezu verdoppelt, sie haben aber mit 14% immer noch die geringste Bedeutung bezüglich der Gesamtkosten.

Die für Modell 5 aufgezeigten Einflüsse des Beschäftigungsgrades auf die Zusammensetzung der Gesamtkosten nach Kostenabhängigkeiten gelten prinzipiell auch für das Modell 1, wobei sich dort der Anteil der jahresfixen Kosten bei 28%iger Beschäftigung auf fast drei Viertel der Gesamtkosten erhöht, während sich die mengenproportionalen Kosten in ihrer Bedeutung halbieren. Die tagesfixen Kosten steigen im Vergleich zur 100%igen Beschäftigung ebenfalls an und nehmen mit 12% an den Gesamtkosten nur noch einen geringfügig niedrigeren Stellenwert ein als die mengenproportionalen Kosten.

Zusammenfassend kann hinsichtlich der Bedeutung der Kostenabhängigkeiten gesagt werden, daß mit zunehmender Modellgröße und steigendem Beschäftigungsgrad

- der Anteil der jahresfixen Kosten an den Gesamtkosten abnimmt,
- die Bedeutung der tagesfixen Kosten steigt und
- der Anteil der mengenproportionalen Kosten ebenfalls zunimmt.

Die Bedeutung der chargenfixen Kosten bleibt – sofern sie überhaupt anfallen – ungefähr gleich.

Abschließend soll aufgezeigt werden, wie die Kostenabhängigkeiten von den einzelnen Kostenartengruppen bestimmt werden. Dies erfolgt am Beispiel des Modells 1 in Tabelle 36. Dabei wird die Betrachtung bei einer 100%igen Auslastung vorgenommen und nicht wie sonst bei einer 50%igen Beschäftigung, da dort keine chargenfixen Kosten anfallen.

Tab. 36: Zusammensetzung der Gesamtkosten nach Kostenabhängigkeiten am Beispiel des Modells 1 bei 100%iger Beschäftigung (Pf/kg Abteilungs-Output)

Kostenarten- gruppen	Kostenabhängigkeiten			
	jahresfix (Pf/kg)	tagesfix (Pf/kg)	chargenfix (Pf/kg)	mengen- proportional (Pf/kg)
Personal	0,07	0,02	0,00	0,11
Energie und Betriebsstoffe	0,01	0,07	0,01	0,22
Anlagen	0,59	–	–	0,09
Rohstoff	–	0,02	0,01	0,06
insgesamt	0,67	0,11	0,02	0,47

Den höchsten Anteil an den jahresfixen Kosten haben die Anlagekosten (88%). 10% entfallen in dieser Kostenkategorie auf das Personal und nur 2% auf Energie und Betriebsstoffe. Rohstoffkosten werden nicht jahresfix verrechnet.

Die bedeutendste Komponente bei den tagesfixen Kosten sind die Energie- und Betriebsstoffkosten, die 64% dieser Kostenkategorie ausmachen. Personal- und Rohstoffkosten haben mit jeweils 18% dieselbe Bedeutung, während Anlagekosten logischerweise nicht tagesfix verrechnet werden.

Der Anteil der chargenfixen Kosten ist im Vergleich zu den anderen Kostenkategorien sehr gering. Hier fallen Rohstoffkosten sowie Energie- und Betriebsstoffkosten in Höhe von jeweils 0,01 Pf/kg Abteilungs-Output an. Der chargenfix zu verrechnende Personalbedarf liegt unter 0,01 Pf/kg und Anlagekosten gibt es auch in der Kostenkategorie nicht.

Mengenproportional werden aus allen Kostenartengruppen Kosten verrechnet. Die größte Bedeutung in dieser Kategorie haben die Energie- und Betriebsstoffkosten, deren Anteil mit 46% knapp die Hälfte aller mengenproportionalen Kosten ausmacht. Zweitgrößte Bedeutung hat hier mit 23% das Personal. Knapp darunter liegen mit 19% die Anlagekosten, deren mengenproportionale Verrechnung sich aus den verschleißabhängigen und damit mengenproportionalen Reparaturkosten ergibt. Mit 13% den geringsten, aber immer noch relativ hohen Anteil an den mengenproportionalen Kosten hat der Rohstoff.

#### 4.3.4.5 Gliederung nach Unterabteilungen

Zum Abschluß der Ergebnisbetrachtung sollen die Gesamtkosten hinsichtlich ihres Anfalls in den Unterabteilungen dargestellt werden. Während zur Berechnung der unterabteilungsspezifischen Kosten die jeweils in einer Abteilung eintretenden Milchmengen als Bezugsgröße sowohl für die mengenproportional zu verrechnenden Faktorverbräuche als auch anschließend für die Stückkostenermittlung dienen, ist für die nachfolgende Betrachtung als einheitliche Bezugsgröße der Abteilungs-Output anzusetzen, um die Kosten der verschiedenen Unterabteilungen miteinander vergleichen zu können.

In *Abbildung 20* werden die unterabteilungsspezifischen Kosten bei einer 50%igen Beschäftigung ausgewiesen. In der *Rohmilchannahme* fallen in allen Modellen die höchsten Kosten an. Diese liegen in Modell 1 bei 0,69 Pf/kg Abteilungs-Output entsprechend 35% der Gesamtkosten, in Modell 6 bei 0,33 Pf/kg (46%).

Die im *Betriebsraum* verursachten Kosten liegen auf dem zweithöchsten Niveau. Sie bewegen sich zwischen 0,36 Pf/kg Abteilungs-Output im kleinsten und 0,20 Pf/kg Abteilungs-Output im größten Modell, was Anteilen an den Gesamtkosten von 18 bzw. 28% entspricht.

In den kleinen Modellen werden im *Milchlager* Kosten verursacht, die nur geringfügig niedriger sind als jene im Betriebsraum; mit zunehmender Modellgröße werden jedoch die Unterschiede größer: So betragen im Modell 6 die Kosten im Milchlager nur noch die Hälfte derer im Betriebsraum, während sie im Modell 1 noch nahezu die gleiche Höhe hatten.

In der *Zentralen Chemischen Reinigung* entstehen die geringsten Kosten. Sie belaufen sich auf 0,22 Pf/kg im Modell 1 und nur 0,02 Pf/kg in Modell 6 und haben somit einen Anteil an den Gesamtkosten von 11 bzw. 3%.

Die Kosten in der *Zentralen Bedienung* liegen mit 0,31 Pf/kg im Modell 1 (16%) und 0,05 Pf/kg Abteilungs-Output in den Modellen 5 und 6 (7%) in ihrer Höhe zwischen den Kosten im Milchlager und der Zentralen Chemischen Reinigung.

Wie bereits beschrieben, nehmen die Kosten in allen Unterabteilungen mit zunehmender Modellgröße ab. Wollte man eine Rangfolge nach der Höhe der Kostendegression aufstellen, so ergäbe sich folgendes Bild:

Kostendegression Modell 6 : 1

- |                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1. Zentrale Chemische Reinigung: | 91% |
| 2. Zentrale Bedienung:           | 84% |
| 3. Milchlager:                   | 72% |
| 4. Rohmilchannahme:              | 52% |
| 5. Betriebsraum:                 | 45% |

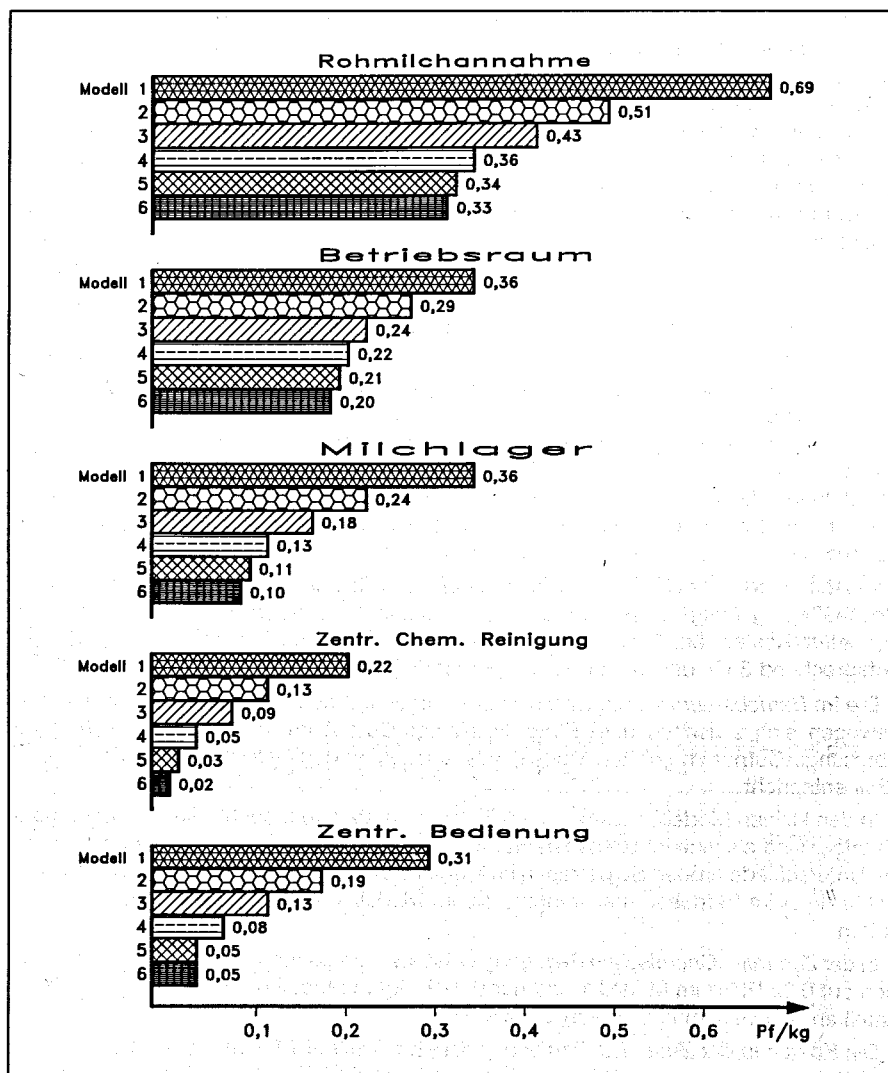


Abb. 20: Gesamtkosten in Pf/kg Abteilungs-Output nach Unterabteilungen bei 50% Beschäftigung)



Die Bedeutung der Kosten je Unterabteilung für die Gesamtkosten wird in *Abbildung 21* für die bereits vorstehend betrachtete Beschäftigungssituation von 50% noch einmal visualisiert. Im Modell 1 machen die Kosten in der Rohmilchannahme 35% und damit den größten Anteil an den Gesamtkosten aus. Mit jeweils 19% liegen die Kosten im Betriebsraum und im Milchlager in ihrer Bedeutung jeweils um knapp die Hälfte unter dem Kostenanteil der Rohmilchannahme. Die Kosten der Zentralen Bedienung haben einen Anteil von 16% an den Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“, und auch die Zentrale Chemische Reinigung hat mit 11% Anteil noch eine relativ hohe Bedeutung.

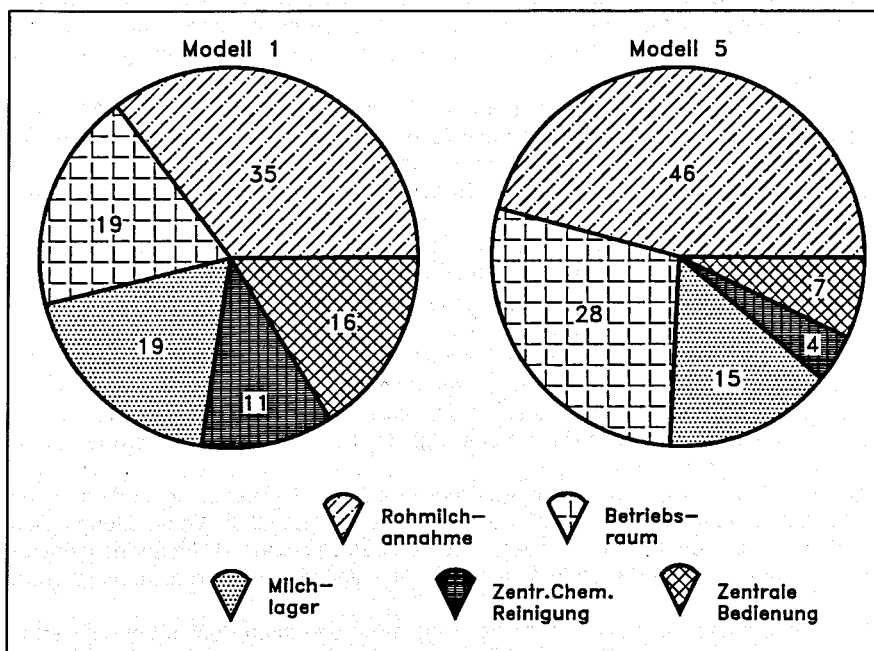


Abb. 21: Kostenanteil der Unterabteilungen (%) für ausgewählte Modellvarianten (bei 50% Beschäftigung)

Völlig anders als die verhältnismäßig gleichförmige Situation in Modell 1 stellt sich die unterabteilungsspezifische Aufteilung der Kosten in Modell 5 dar. Die Bedeutung der Kosten der Rohmilchannahme hat sich im Vergleich zu Modell 1 wesentlich vergrößert, sie nehmen in Modell 5 fast die Hälfte, nämlich 46% an den Gesamtkosten, ein. Auch der Anteil der Betriebsraumkosten ist im Vergleich zu Modell 1 erheblich gestiegen. Er liegt im Modell 5 bei 28%. Dies bedeutet, daß allein aus Rohmilchannahme und Betriebsraum fast 3/4 der Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ herrühren. Die verbleibenden 26% der Gesamtkosten werden durch die übrigen drei Unterabteilungen verursacht, deren Bedeutung sich im Vergleich zum Modell 1 mehr oder weniger stark verringert. So machen die Kosten des Milchlagers im Modell 5 nur noch 15% der Gesamtkosten aus, die Kosten der Zentralen Bedienung haben sich im Vergleich zu Modell 1 hinsichtlich ihrer Bedeutung mehr als halbiert und liegen noch bei 7%. Der Anteil der Kosten in der Zentralen Chemischen Reinigung schließlich hat sich fast gedrittelt und beträgt noch 4%.

## 5. Diskussion der Ergebnisse

Nach der umfangreichen Darstellung der Modellkosten im vorangegangenen Kapitel sollen nun einige Schlußfolgerungen aus den vorgelegten Daten gezogen werden. Es geht dabei um die Umsetzung der Ergebnisse auf bestimmte Fragestellungen, wie sie im Unternehmensalltag vorkommen können bzw. wie sie auch unternehmensübergreifend bei der Diskussion von sektoralen Strukturproblemen auftreten.

### 5.1 Variation der Produktanteile

Die in Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse der Modellkalkulation basieren hinsichtlich der Produktanteile im Sortiment auf einer im Kapitel 2.2 beschriebenen Standardzusammensetzung des Abteilungs-Outputs von 35% Lagermilch, 59% Verarbeitungsmilch und 6% Rahm.

Da die Produktanteile in konkreten Betriebsstätten sehr unterschiedlich sind, ist für die praktische Anwendung der Modellergebnisse die Frage abzuklären, wie sich die Modellkosten verändern, wenn eine andere Zusammensetzung des Abteilungs-Outputs unterstellt wird. Dabei wird die gesamte Outputmenge konstant gehalten, und auch die Fettgehalte der einzelnen Produkte bleiben unverändert. Zu durchleuchten sind die Einzelkosten der Produkte und die Gesamtkosten der Abteilung, nicht aber die Einzelkosten der Abteilung, auf die sich derartige Änderungen nicht auswirken.

Die Frage, welche Produktanteilsvariationen sinnvollerweise betrachtet werden sollten, läßt sich wie folgt beantworten:

Produktionsweisen, in denen nur ein Produkt hergestellt würde, können von vornherein verworfen werden, da aufgrund der vorgegebenen Fettgehalte der Produkte neben Lager- bzw. Verarbeitungsmilch immer Rahm anfällt und eine ausschließliche Rahmproduktion ebenfalls nicht möglich ist. Daraus folgt, daß bestenfalls eine Zweiproduktsimulation vorgenommen werden kann.

Die Vorgehensweise, den Anteil eines Produktes definiert zu verändern und dann den Einfluß auf die Einzel- und Gesamtkosten zu betrachten, ist für die Verarbeitungsmilch ohne Belang, da durch sie nur mengenproportional zu verrechnende Faktormengenverbräuche verursacht werden, die sich durch eine Variation der Produktanteile nicht ändern.

Deshalb gilt das Hauptaugenmerk der Lagermilch und ihren Kosten bei definierten Produktanteilen, wobei drei Varianten betrachtet werden: Im ersten Fall wird überhaupt keine Lagermilch produziert, im zweiten Fall wird der Anteil der Lagermilch am Abteilungs-Output auf 18% reduziert, also halbiert, während im dritten Fall eine Verdoppelung des Lagermilchanteils auf 70% unterstellt wird. Aus diesen Vorgaben ergeben sich unter Berücksichtigung der vorgegebenen Fettgehalte der Produkte und der Rohmilch die in *Tabelle 37* ausgewiesenen Zusammensetzungen des Abteilungs-Outputs.

Betrachtet man die *Variante 1* hinsichtlich der Kostenveränderung, so sind folgende Effekte aufzuzeigen:

Da keine Lagermilch produziert wird, entfallen die Einzelkosten hierfür. Dies führt zu Kosteneinsparungen, die sich beispielsweise im Modell 4 bei einer 50%igen Beschäftigung auf 451.019 DM/Jahr belaufen. Die Einzelkosten der Verarbeitungsmilch verändern sich, wie bereits erläutert, als Stückkosten nicht; absolut steigen die Kosten der Verarbeitungsmilch aufgrund der höheren Produktmenge (Anteil: 93% am Abteilungs-Output) um ca. 45.000 DM/Jahr. Die Stückkosten des Rahms sinken marginal. Dies hängt damit zusammen, daß zwar die produktspezifischen Investitionen steigen, aber in geringerem Umfang, als sich die Rahmmenge erhöht. Die absolute Höhe der Einzelkosten des Rahms nimmt um ca. 25.000 DM/Jahr zu.

Die Kostensteigerungen bei Rahm und Verarbeitungsmilch sind im Vergleich zu den Einsparungen bei der Lagermilch so gering, daß die Gesamtkosten der Abteilung im Modell 4 bei 50%iger Beschäftigung von 0,84 Pf/kg Abteilungs-Output in der Standard-situation (35% Lagermilch) auf ungefähr 0,7 Pf/kg Abteilungs-Output bei einem Verzicht auf Lagermilch sinken.

Tab. 37: Zusammensetzung des Abteilungs-Outputs bei Variation des Lagermilchanteils

Produkte	Produktanteile (%)			
	Standard	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Lagermilch (2,7% Fett)	35	0	18	70
Verarbeitungsmilch (1,4% Fett)	59	93	76	25
Rahm (35,65% Fett)	6	7	7	5
Abteilungs-Output	100	100	100	100

In der *Variante 2*, also bei einer um die Hälfte reduzierten Lagermilchmenge, sinken die Einzelkosten der Lagermilch absolut gesehen um gut 150.000 DM/Jahr, da das Milchlager aufgrund der geringeren Lagermilchmenge verkleinert werden kann, was vor allem zu verminderten Anlagekosten führt. Die Stückkosten der Lagermilch steigen aber dennoch in erheblichem Umfang von 0,47 auf 0,63 Pf/kg, da die als Bezugsgröße dienende Lagermilchmenge stärker gesunken ist als die absolute Höhe der Einzelkosten. Bei der Verarbeitungsmilch und dem Rahm ergibt sich tendenziell wiederum dasselbe Bild, wie bereits bei Variante 1 beschrieben. Aus den gegenläufigen Effekten bei den Einzelkosten der Produkte resultieren Gesamtkosten der Abteilung, die nur geringfügig unter denen der Standardsituation im Modell 4 bei 50%iger Auslastung liegen.

Betrachtet man *Variante 3*, bei der eine Verdoppelung der Lagermilchmenge unterstellt wird, so kehrt sich das Bild der Variante 2 genau um: Die Einzelkosten der Lagermilch steigen absolut gesehen im Vergleich zur Standardsituation um ca. 300.000 DM/Jahr, was vorrangig auf steigende Anlagekosten durch eine Vergrößerung des Milchlagers (bei doppelter Lagermilchmenge) zurückzuführen ist. Die Stückkosten der Lagermilch hingegen sinken aufgrund der größeren Lagermilchmenge auf nur noch 0,40 Pf/kg. Die Einzelkosten der Verarbeitungsmilch verringern sich aufgrund der kleineren Produktmenge absolut um ca. 65.000 DM. Bei Rahm sind geringfügige Stückkostensteigerungen zu verzeichnen. Diese entstehen, weil den im Vergleich zur Standardsituation absolut niedrigeren Einzelkosten eine noch geringere Rahmmenge gegenübersteht.

Der starke Anstieg der Einzelkosten der Lagermilch kann nicht durch die Kostensenkungen im Bereich der Verarbeitungsmilch und des Rahms kompensiert werden, so daß die Gesamtkosten der Abteilung in geringem Umfang auf ungefähr 0,9 Pf/kg Abteilungs-Output zunehmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich mit steigendem Lagermilchanteil die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ erhöhen, was darauf zurückzuführen ist, daß mit zunehmender Lagermilchmenge die Größe und evtl. auch die Anzahl der Tanks im Milchlager aufgestockt werden müssen, um die nötigen Lagerkapazitäten zu haben.

Dies ist jedoch nicht so zu interpretieren, daß generell auf die Herstellung von Lagermilch verzichtet werden sollte, um Kosten zu sparen. Statt dessen sollte versucht werden, die starken Stückkostendegressionen bei steigenden Lagermilchmengen auszuschoöpfen.

## 5.2 Neuerrichtung von Betriebsstätten

In der Darstellung der Ergebnisse der Modellkalkulationen ist deutlich geworden, daß im Interesse eines guten Kostenmanagements große Milchmengen in Abteilungen zu verarbeiten sind, die möglichst hoch ausgelastet werden. Im nachfolgenden Text soll diskutiert werden, vor welchen konkreten Entscheidungen Unternehmen hinsichtlich der Kapazitätswahl stehen, wenn sie selbst neue Betriebsstätten planen. Im ersten Unterkapitel wird dabei der Diskussionsschwerpunkt auf die Kapazitätsgrößenbestimmung und ihre Folgen hinsichtlich der Abteilungsgesamtkosten gelegt, während im zweiten Unterkapitel die Frage behandelt wird, welche Spezialisierungsnotwendigkeiten in Mehrbetriebsstättenunternehmen auftreten.

### 5.2.1 Fallstudien zur Kapazitätsbestimmung

Grundlage der Diskussion zur Kapazitätsbestimmung ist *Abbildung 22*, die in ihrer Grundstruktur eine Ausschnittsvergrößerung der schon bekannten *Abbildung 16* darstellt.

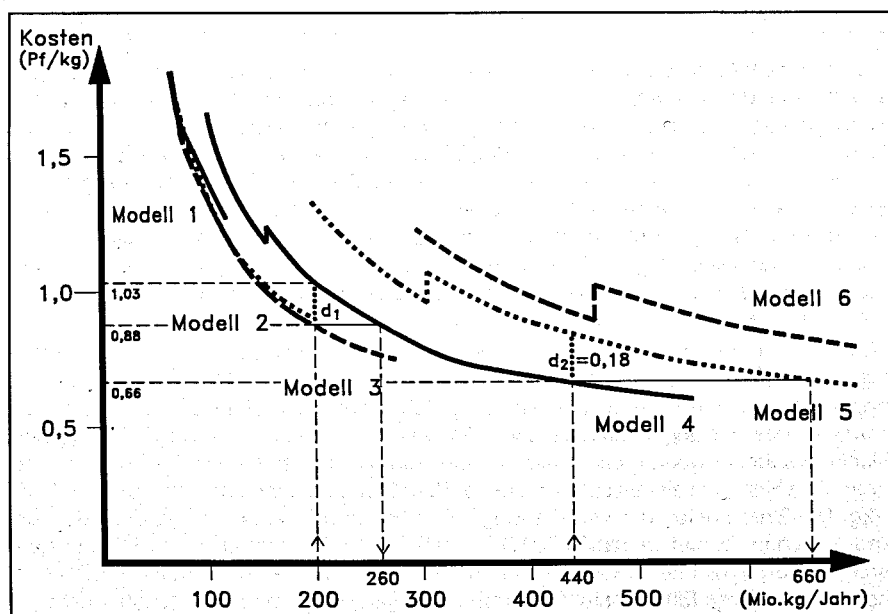


Abb. 22: Modellkosten und Kapazitätswahl

Relativ unproblematisch ist die Situation bei der Verarbeitung kleiner Milchmengen. In einer etwas vereinfachten Betrachtung kann man davon ausgehen, daß die Kostenkurven der hierfür in Frage kommenden Modelle 1–3 praktisch übereinander liegen, so daß es kostenmäßig gleich ist, für welche Kapazitätsgröße man sich entscheidet. Da eine größere Verarbeitungskapazität Vorteile hinsichtlich der Verarbeitungsflexibilität bietet, wird man sich wohl in allen Fällen für das Modell 3 entscheiden, zumal die Kapazitätsgrenzen in den beiden anderen Modellen wesentlich früher erreicht sind. Darüber hinaus wird bei einer genaueren Betrachtung auch deutlich, daß die Kosten der jeweils dritten Schicht für die Modelle 1 bzw. 2 geringfügig höher liegen als die Kosten des jeweils nächstgrößeren Modells. Dies bedeutet, daß bei dem mutativen Kapazitätsgrößenwachstum zwischen den Modellen 1–3, bedingt durch den Personalkostenanstieg bei

Nacharbeit, eine solche dritte Schicht nicht empfehlenswert ist, sondern besser mit einem größerem Modell in geringerer Auslastung gearbeitet wird.

Berücksichtigt man saisonale Schwankungen im Milchaufkommen und setzt diese großzügig mit etwa 20% an, so wird die maximal realisierbare Verarbeitungsmenge bei einer Beschäftigung von ca. 80% erreicht. Im Modell 3 liegt sie bei ungefähr 200 Mio. kg/Jahr. Es soll an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, daß bis zu dieser Menge durchaus eine einzige Betriebsgruppe zur Verarbeitung der Milch ausreicht, was im deutlichen Widerspruch zu den überwiegend in der Realität installierten Kapazitäten steht.

Will man darüber hinausgehende Mengen verarbeiten, muß mindestens die Kapazität des Modells 4 bereitgestellt werden. Für eine Verarbeitungsmenge von 200 Mio. kg bedeutet dies einen Kostenanstieg, der in der Abbildung 22 mit  $d_1$  bezeichnet ist und 0,15 Pf/kg ausmacht. Erst ab einer Verarbeitungsmenge von 260 Mio. kg wird wieder ein Kostenniveau erreicht, das im Modell 3 bereits mit 200 Mio. kg realisiert werden konnte. Das bedeutet, daß, bezogen auf die Kosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“, eine Verarbeitung in dem Bereich zwischen 200 und 260 Mio. kg relativ ungünstig ist.

Legt man den oben angewandten Maßstab für die Bemessung einer Reservekapazität auch für das Modell 4 zugrunde, so ist eine Verarbeitung von ca. 440 Mio. kg die maximal realisierbare Menge (ca. 80% Auslastung). Will man darüber hinaus Milchmengen in einer Betriebsstätte verarbeiten, ist eine Kapazität gemäß dem Modell 5 vorzusehen, d. h., es kommen vier Betriebsgruppen zum Einsatz (eine Version mit drei Betriebsgruppen wäre technisch auch realisierbar; ihre Kosten würden etwa in der Mitte zwischen den Abteilungskosten von Modell 4 und 5 liegen). Eine Verarbeitung von eben diesen 440 Mio. kg Milch/Jahr in dem Modell 5 bedeutet Mehrkosten gegenüber der Maximalkapazität des Modells 4 von etwa 0,18 Pf/kg entsprechend 0,8 Mio. DM/Jahr. Diese Umrechnung der Stückkostendifferenzen auf absolute Kostendifferenzen zeigt, welche große Bedeutung relativ kleine Kostenänderungen bei den entsprechenden Milchmengen haben.

Erst bei Produktionsmengen von 660 Mio. kg/Jahr wird das von Modell 4 vorgegebene Stückkostenniveau im Modell 5 wieder erreicht. Bei darüber hinausgehenden Mengen, bis hin zu 900 Mio. kg im Jahr (ca. 80% Auslastung), ist das Kostenniveau im Modell 5 unübertroffen. Wesentliche Kostensenkungen können durch eine Fertigung auf Anlagen, wie sie dem Modell 6 entsprechen, nicht mehr erreicht werden. Allerdings ist festzuhalten, daß bei realisierbaren Produktionsmengen von bis zu 1,3 Mrd. kg/Jahr keinesfalls mit einem Wiederanstieg der Stückkosten für die „Allgemeine Milchbehandlung“ zu rechnen ist.

### 5.2.2 Spezialisierungsnotwendigkeit

Ob sich durch eine Spezialisierung von Betriebsstätten Vorteile ergeben, soll für die zwei unterschiedlichen Problemstellungen einer internen bzw. externen Spezialisierung abgeklärt werden. Bezugsrahmen für die Abgrenzung ist die Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“.

#### 5.2.2.1 Abteilungsinterne Spezialisierung

Konsequenzen einer Spezialisierung in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ treten vor allem für jene Unternehmen auf, die in mehreren Betriebsstätten Milch verarbeiten. Auf eine Rahmerhitzungslinie wird man wohl in keiner der Betriebsstätten aus technologischen Gründen verzichten können. Für die Verarbeitungsmilch sind keine besonderen Zusatzaggregate oder Personalleistungen zu erbringen, so daß deren Variation auf die gestellte Fragestellung ohne Einfluß ist.

Wie bereits im Kapitel 5.1 dargelegt wurde, hat jedoch der Verarbeitungsanteil und noch stärker die tatsächlich verarbeitete Menge an Lagermilch erheblichen Einfluß auf die Höhe der Einzelkosten von Lagermilch und auf die absoluten Gesamtkosten der jeweiligen Abteilungen. Es liegt nach den Erläuterungen im Kapitel 5.1 auf der Hand, daß eine Spezialisierung der Verarbeitung von Lagermilch auf nur eine einzige Betriebsstätte deutliche Vorteile mit sich bringt: Eine Verarbeitung von jeweils 10 Mio. kg Lagermilch pro Betriebsstätte hat Einzelkosten von 2,5 Pf/kg zur Folge, bei einer doppelten Menge halbieren sich die Stückkosten praktisch, und eine nochmals verdoppelte Menge führt zu Stückkosten in der Größenordnung von 0,7 Pf/kg Lagermilch, ohne daß damit die Kostendegression bereits erschöpft wäre. Soweit es technologisch möglich ist, sollte man daher im Rahmen eines Mehrbetriebsstättenunternehmens versuchen, die Lagermilchherstellung in einer Betriebsstätte zu konzentrieren.

#### 5.2.2.2 Abteilungsexterne Spezialisierung

In einer erweiterten Fragestellung ist abzuklären, was die Untersuchungsergebnisse in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ für die anschließende Produktverarbeitung hinsichtlich eventueller Spezialisierungen bedeuten. Zu beantworten ist somit die Frage, ob die Betriebsstätten in Zukunft eher auf eine bestimmte Verwertungsrichtung spezialisiert sein werden oder ob auch ein breites Sortiment verschiedenster Produkte an einem einzigen Betriebsstandort sinnvoll sein kann. Eine Antwort hierauf findet man über eine Abklärung der für moderne Produktionsabteilungen notwendigen Milchmengen und eine entsprechende Gegenüberstellung mit den in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ diskutierten Verarbeitungsmengen:

- So werden z.B. in den drei größten deutschen Schnittkäseereien durchschnittlich 20.000 t Käse/Jahr entsprechend rund 200 Mio. kg Rohstoffeinsatz verarbeitet (24).
- In den zehn größten Milchpulverabteilungen werden durchschnittlich 22.600 t Milchpulver in verschiedenen Fettgehaltsstufen hergestellt, was wiederum einem Rohstoffeinsatz von gut 200 Mio. kg/Jahr entspricht (25).
- Alle anderen Produktionszweige sind deutlich weniger rohstoffintensiv.

Vergleicht man diese Milchmengen, die in den jeweils größten Abteilungen verarbeitet werden, mit den vorher diskutierten Milchmengen in der „Allgemeinen Milchbehandlung“, so ist sicherlich die Schlußfolgerung erlaubt, daß aus Sicht der „Allgemeinen Milchbehandlung“ keine Notwendigkeit zur Spezialisierung der Produktionsrichtung von Betriebsstätten besteht. Eine generelle Verarbeitungsgrenze je Betriebsstätte ist aus dieser Betrachtung nicht zu erkennen. Sie kann erst gefunden werden, wenn weitere Kostenelemente in die Betrachtung einbezogen werden, wobei hier im wesentlichen der Anstieg bei den Milcherfassungskosten zu nennen ist. Wie STÖCKL und BETZ (26) ausführen, ist aber bei der Erfassung auch großer Milchmengen ein Kostenanstieg nur in relativ geringem Umfang festzustellen.

Selbst wenn der Anstieg der Erfassungskosten so groß wäre, daß er Kostendegressionseffekte auf Betriebsstättenebene kompensierte, gibt es weitere Argumente, die gegen einen einzigen Produktionsschwerpunkt sprechen: Auch aus technologischen Gründen ist es sinnvoll, verschiedene Verwertungsrichtungen an ein und demselben Ort zu haben, um eine optimale Zuordnung der Milchen mit verschiedenen Inhaltsstoffen zu den entsprechenden Verwertungsrichtungen vornehmen zu können. Ebenso ist es für die Betriebsleitung einfacher, den Personal- und Rohstoffbedarf bei saisonal unterschiedlicher Nachfrage zu sichern, wenn verschiedene Verwertungsrichtungen mit möglichst unterschiedlichen saisonalen Spitzen an ein und demselben Ort vereint sind. Darüber hinaus ist es aus Risikoüberlegungen sinnvoll, wenn eine Betriebsstätte nicht

nur eine einzige Verwertungsrichtung hat, sondern die Verwertung aus einem Produktions-Mix abgesichert wird.

Bei der Planung von Betriebsstätten kann eine solche Risikostreuung unter Einsatz neuester Technik und gleichzeitig guten Auslastungsgraden gewahrt werden, so daß aus den vorgenannten Erwägungen keine generellen Empfehlungen zur Spezialisierung von Betriebsstätten ableitbar sind. Gleichwohl kann es natürlich im Einzelfall sehr wohl sinnvoll sein, spezialisierte Betriebsstätten neu zu errichten, insbesondere dann, wenn die Produktion vorher mit gleichem engen Produktionsprogramm in einer Mehrzahl von Betriebsstätten stattfand.

### 5.3 Struktureffekte

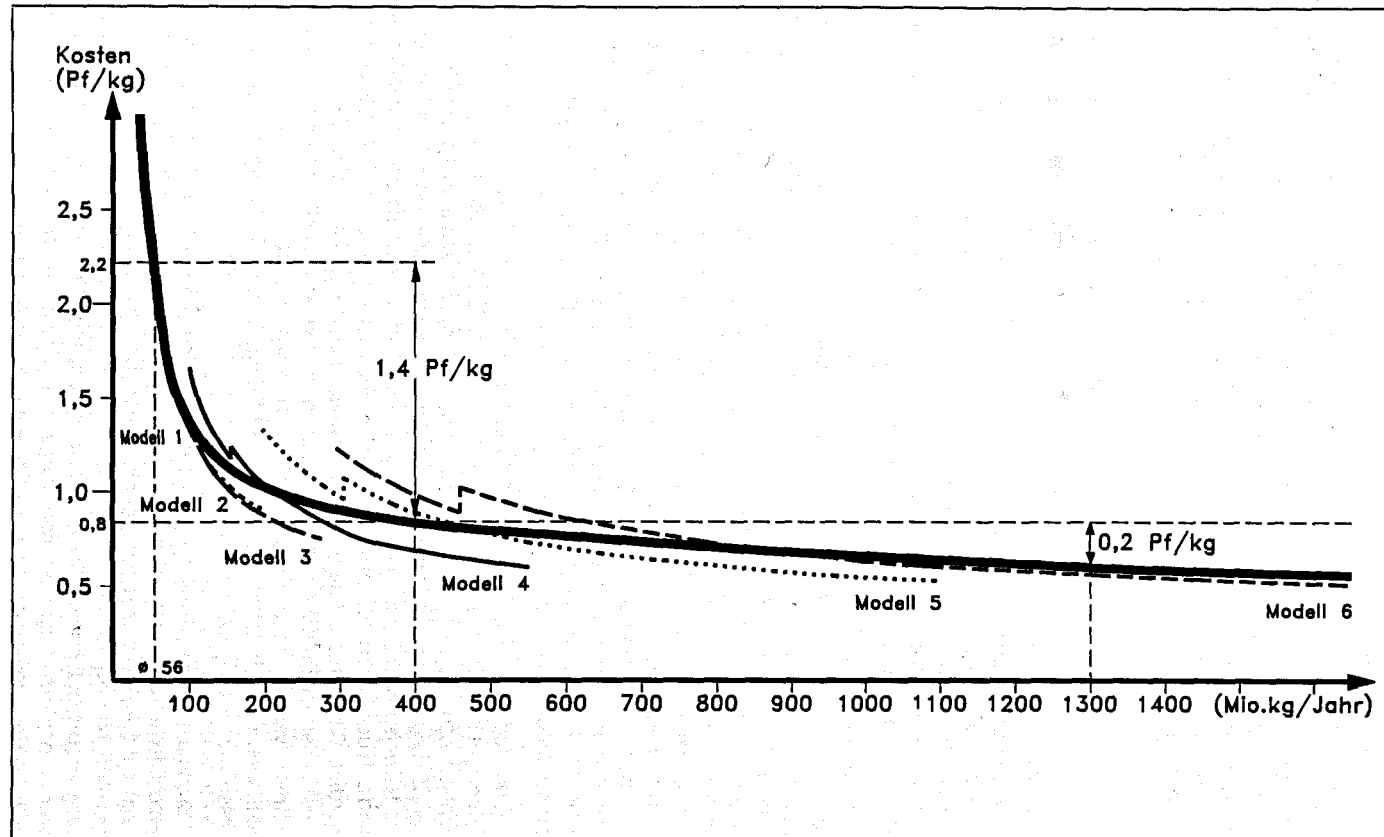
Nach der Diskussion der einzelbetrieblich auftretenden Probleme sollen die generell für die Branche ableitbaren Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen der Modellabteilungsrechnung nicht unerwähnt bleiben. Als Diskussionsgrundlage der allgemeinen Aspekte wird aus den einzelnen Modellkostenkurven eine langfristige Durchschnittskostenkurve abgeleitet. Diese wird in der *Abbildung 23* dargestellt.

Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen zur Betriebsstättenstruktur der Molkereibranche ist die durchschnittliche Verarbeitungsmenge aller milchverarbeitenden Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1988 (27). Sie liegt bei 56 Mio. kg/Jahr und Betriebsstätte. Die Durchschnittskostenkurve ordnet dieser Menge Modellkosten in Höhe von 2,2 Pf/kg Milch zu. Im Gegensatz zu der bei BINIASCH et al. (28) vorgenommenen moderaten Abschätzung von Struktureffekten soll hier der Frage nachgegangen werden, wie hoch das branchenweite Rationalisierungspotential veranschlagt werden kann, wenn man unterstellt, daß der zu planende Betrieb so viel Milch verarbeitet, wie heute die zehn größten im Durchschnitt. Diese Betriebe verarbeiten nach den jüngsten verfügbaren Informationen (27) durchschnittlich rund 400 Mio. kg Milch/Jahr. Für eine solche Menge ergibt sich aus der langfristigen Durchschnittskostenkurve ein Modellkostensatz von 0,8 Pf/kg.

Eine Modellkostendifferenz von 1,4 Pf/kg bzw. eine Senkung der Kosten um fast zwei Drittel gibt insofern das tatsächlich in der Praxis realisierbare Einsparungspotential nicht richtig wieder, als die Modellkosten die heutige Ausgangssituation nicht richtig beschreiben. Zu begründen ist dies damit, daß in den real existierenden Betrieben Anlagen laufen, die teilweise vor sehr langer Zeit angeschafft und weitgehend abgeschrieben worden sind und darüber hinaus im allgemeinen mit weniger technischem Aufwand ausgestattet wurden. Dies hat zur Folge, daß die tatsächlichen kalkulatorischen Anlagekosten für diese laufenden Betriebe niedriger ausfallen werden, als in der Modellkalkulation für neue Betriebe veranschlagt wurde. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen ist, daß in alten Betrieben vielfach höhere Personal- und Energiekosten die Anlagekostenvorteile teilweise wieder ausgleichen.

Summa summarum wird man aber wohl nicht übertreiben, wenn man unter den geschilderten Annahmen das Einsparungspotential in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ auf 1 Pf/kg veranschlagt, der bei einem Übergang auf eine jährliche Verarbeitung von 400 Mio. kg/Betriebsstätte tatsächlich einzusparen wäre. In absoluten Zahlen ausgedrückt, entspräche dies einem Einsparungspotential von 0,3 Mrd. DM/Jahr, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß die getroffenen Annahmen recht weit gehen und die zeitliche Realisierungsperspektive dementsprechend lang ist.

528 Abb. 23: Langfristige Durchschnittskostenkurve für die „Allgemeine Milchbehandlung“





## 6. Literatur

- (1) Wietbrauk, H., Krell, E., Hargens, R., Longuet, D.: Methodische Weiterentwicklungen der Modellabteilungsrechnung für milchwirtschaftliche Betriebe. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **42** (3) (1990)
- (2) Krell, E., Wietbrauk, H., Longuet, D.: Die Kosten der Modellabteilung „Schnittkäserei“ am Beispiel der Herstellung von Gouda-Käse. Veröffentlichung in Vorbereitung für: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **43** (1) ..... (1991)
- (3) Behme, G.: Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung. VI. Teil: Abteilung Betriebsraum. Milchwissenschaft **30** (7) 416–422 (1975)
- (4) Institut für Betriebswirtschaft und Marktforschung der Bundesanstalt für Milchforschung Kiel (Hrsg.): Deckungsbeitragsrechnung in Molkereien. Heinrichs Verlag KG, Hildesheim (1977)
- Drews, M.: Molkereitypische Fallbeispiele bei Kontrolle, Planung und Preisfindung. Deutsche Milchwirtschaft **37** (34,35) 1042–1043; 1083–1084 (1986)
- (5) Wietbrauk, H., Neitzke, A., Longuet, D., Behme, G., Kleinbach, W.: Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung. I. Teil: Modellbeschreibung und -abgrenzung. Milchwissenschaft **30** (2) 80–84 (1975)
- (6) Lehmann, H. R., Zettler K.-H.: Entrahmungs-Separatoren für die Molkereiwirtschaft. Technisch-wissenschaftliche Dokumentation Nr. 7 der Westfalia-Separator AG, Oelde (1984)
- (7) ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH: ZMP-Bilanz '88 Milch. Bonn-Bad Godesberg (1989)
- (8) Neitzke, A., Ordolf, D., Suhren, G., Heeschen, W., Peters, K.-H., Wiechen, A., Prokopek, D.: Zur Frage des Abholungsintervalles der Rohmilch in der Bundesrepublik Deutschland. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **38** (3) 155–192 (1986)
- (9) Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistik der bayerischen Milchwirtschaft 1988. München (1989)
- Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft, Fischerei und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Statistik der Milchwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein 1987. Kiel (1988)
- (10) Alfa-Laval Industrietechnik GmbH (Hrsg.): Handbuch der Milch- und Molkereitechnik. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer
- (11) Hielscher, C.: Wirtschaftliche und technische Gesichtspunkte zur Anwendung der Stapelreinigung in wirtschaftlichen Betrieben. Deutsche Milchwirtschaft **30** 302–307 (1979)
- (12) N.N.: Chemische Reinigung nach wirtschaftlichem Konzept. Deutsche Molkerei-Zeitung **33** (43) 1546–1550 (1979)
- (13) Kirschenmann, B.: Milcherhitzungsanlagen – Teil 2: Rahmpasteurisation. Deutsche Milchwissenschaft **41** (15) 488–490 (1990)
- (14) Loos, H., Nebe, T.: Das Recht der Milchwirtschaft in der EWG und der Bundesrepublik Deutschland. Band IV; Stand: 01.09.1989
- (15) Schulz, M. E.: Das große Molkerei-Lexikon. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (1965)
- (16) Tschubik, I., Maslow, A.: Thermophysikalische Konstanten von Lebensmitteln und Halbfabrikaten. VEB Fachbuchverlag, Leipzig (1962)
- (17) Rambke, K., Konrad, H.: ohne Titel. Die Nahrung, (14) 475–483 (1970). Zitiert nach: Töpel, A.: Chemie und Physik der Milch, VEB Fachbuchverlag, Leipzig (1976)
- (18) Knüpfer, H.: CIPAL – Eine Lösung des Problems Stapelreinigung – Verlorene Reinigung. Deutsche Molkerei-Zeitung **32** (17,18) 563, 566; 597–599 (1978)
- Plate, J.: Betriebskostenreduzierung in der Reinigung. Deutsche Molkerei-Zeitung Welt der Milch **40** (8) 193–197 (1986)
- Spenger, K.: Automatische Reinigungsanlagen (CIP-System) nach dem Einmalverwendungs-System. Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch **41** (15) 412–415 (1987)
- Wildbrett, G.: Reinigen in der Milchwirtschaft. Deutsche Milchwirtschaft **41** (8) 229–238 (1990)
- (19) Kammann, B.: Entscheidungskriterien für den Einsatz moderner Prozeßleittechnik in Molkereibetrieben. Deutsche Milchwirtschaft **38** (51/52) 1862–1871 (1987)
- (20) Tuchenhausen GmbH & Co. KG, Büchen: OTAS, Automatisierungs- und Informationssysteme. (Broschüre)
- (21) Wilde, G.: Moderne Prozeßvisualisierung und -bedienung. dmz-Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft **111** (14) 446–448 (1990).
- (22) Recker, H.: Speicherprogrammierte Steuerungen. dmz – Deutsche Molkerei-Zeitung **109** (11) 308–312 (1988)
- (23) Wietbrauk, H., Krell, E., Longuet, D.: Kosten unterschiedlicher Verfahren der Speisequarkherstellung. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **39** (4) 237–263 (1987)
- (24) Krell, E., Wietbrauk, H.: Struktureffekte bei der Schnittkäseproduktion. Deutsche Milchwirtschaft **41** (10) 1390–1392 (1990)
- (25) Longuet, D., Wietbrauk, H.: Struktureffekte in ausgewählten Produktionsabteilungen. Veröffentlichung in Vorbereitung für: Deutsche Milchwirtschaft **41** ( ) ..... (1990)
- (26) Stöckl, J. P., Betz, J.: Zur Situation der Milcherfassung in der Bundesrepublik Deutschland – eine aktuelle Analyse -. Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch **44** (22/23) 623–630 (1990)

- (27) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Die Unternehmens- und Betriebsstruktur der Molkereiwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn (1990)
- (28) Biniasch, A., Neitzke, A., Wietbrauk, H.: Struktureffekte in der Abteilung „Allgemeine Milchbehandlung“. Deutsche Milchwirtschaft **41** ( ) 1248–1251 (1990)

## 7. Zusammenfassung

Neitzke, A., Krell, E., Biniasch, A., Longuet, D., Wietbrauk, H.: **Kosten der Modellabteilung „Allgemeine Milchbehandlung“**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **42** (3) 429–533 (1990)

### 29 Kostenrechnung (Allgemeine Milchbehandlung)

In der vorliegenden Arbeit werden die Kosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“ modellhaft bestimmt, wobei die vor 15 Jahren durchgeführten Modellkalkulationen für den Betriebsraum hinsichtlich der Funktionsinhalte der Abteilung ausgedehnt und dem neuesten Stand der Technik sowie heutigen Betriebsstättenstrukturen angepaßt wurden. Zudem sind die generell für alle Modellabteilungen geltenden methodischen Weiterentwicklungen (1) in den Kalkulationen berücksichtigt worden.

In den fünf Unterabteilungen Rohmilchannahme, Betriebsraum, Milchlager, Zentrale Chemische Reinigung und Zentrale Bedienung werden drei technologisch verschiedene Gruppen von Produkten, nämlich Verarbeitungsmilch, Lagermilch und Rahm, hergestellt und hinsichtlich ihrer Kostenverursachung untersucht.

Zur Bestimmung der Modellkosten wurden sechs Modelle gebildet, deren Kapazitäten in der Milchverarbeitung zwischen 1x15.000 und 6x35.000 kg/h liegen. In Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad, der für Werte zwischen 18 und 100% simuliert wurde, können so die Kosten für Verarbeitungsmengen zwischen gut 20 und 1.600 Mio. kg/Jahr bestimmt werden.

Gemäß den vorgegebenen Kapazitäten müssen die technischen Voraussetzungen für die Ausgestaltung der einzelnen Unterabteilungen modellspezifisch festgelegt werden, wobei eine Anpassung der technischen Auslegung an eine verringerte Auslastung bei 28%iger Beschäftigung (1-Schicht-Betrieb) erfolgt. Eine Besonderheit in diesem Bereich ist die erstmals durchgeführte Optimierungsrechnung für die Bestimmung der Größe des Rohmilchlagers.

Die zu tätigenden Investitionen für die Grundversion betragen 4,7 Mio. DM in Modell 1 und 18,5 Mio. DM in Modell 6. Bezogen auf die jeweilige Output-Menge ergeben sich hieraus spezifische Investitionen, die mit zunehmender Modellgröße erheblich sinken: Machen sie im Modell 1 noch 40 Tsd. DM/1 Mio. kg jährlicher Milchverarbeitung aus, so verringern sie sich im Modell 6 auf 11 Tsd. DM/1 Mio. kg.

Produktspezifische Investitionen und Faktormengenverbräuche führen zu den Einzelkosten der Produkte Rahm und Lagermilch, die einer starken Mengendegression unterliegen, da beide Produkte mit hohen Fixkosten belastet werden. Für Lagermilch entstehen Kosten je nach Modellgröße und Beschäftigungsgrad zwischen 0,23 und 3,12 Pf/kg. Die Rahmkosten erreichen mit 0,47 und 5,28 Pf/kg ein deutlich höheres Niveau.

Die Herstellung von Verarbeitungsmilch verursacht wegen nicht vorhandener produktspezifischer Investitionen lediglich einheitliche mengenproportionale Kosten von 0,07 Pf/kg, die aus dem Bereich der Energie und der Rohstoffverluste herrühren.

Die Gesamtkosten der „Allgemeinen Milchbehandlung“, die sich aus den Einzelkosten der Produkte und den Einzelkosten der Abteilung zusammensetzen, betragen 0,51 bis 4,47 Pf/kg Abteilungs-Output. Für vorgegebene Verarbeitungsmengen haben die

Modelle 1–3 gleiche Kosten, während mit zunehmender Modellgröße jeweils die kleineren Modelle bei gegebenem Output die kostengünstigere Variante zu den größeren darstellen. Den größten Anteil an den Gesamtkosten haben die Anlagekosten (36–74%). Nur in den Modellen 4, 5 und 6 bei Beschäftigungsgraden von mehr als 80% werden sie von den Energie- und Betriebsstoffkosten (16–47%) übertroffen, während die Rohstoff- und Personalkosten im Vergleich zu den beiden vorgenannten Kostenartengruppen in allen Modellen nur eine geringe Bedeutung haben.

Betrachtet man die Gesamtkosten hinsichtlich ihrer Entstehung in den Unterabteilungen, so ist festzustellen, daß die höchsten Kosten in der Rohmilchannahme anfallen: Bei einer 50%igen Beschäftigung betragen sie z. B. im Modell 1 35% der Gesamtkosten. Die geringsten Kosten (11%) fallen dagegen in der Zentralen Chemischen Reinigung an.

Die Ergebnisse der Modellabteilungsrechnungen legen drei Schlußfolgerungen nahe: Die mit steigender Menge sinkenden Stückkosten der Lagermilch lassen es sinnvoll erscheinen, ihre Herstellung in Mehrbetriebsstättenunternehmen auf nur eine einzige Betriebsstätte zu konzentrieren. Da mit steigenden Produktionsmengen in der „Allgemeinen Milchbehandlung“ die Stückkosten insgesamt sinken, ist zweitens zu erwägen, möglichst viel Milch in einer einzigen Betriebsstätte zu verarbeiten. Unter Berücksichtigung der Größe derzeitig existierender Produktionsabteilungen empfiehlt es sich daher, Betriebsstätten grundsätzlich auf mehrere Produktionsrichtungen auszulegen. Schließlich lassen sich für die Branche Struktureffekte ableiten, die langfristig zu Kosteneinsparungen von 0,3 Mrd. DM/Jahr führen können.

## Summary

Neitzke, A., Krell, E., Biniasch, A., Longuet, D., Wietbrauk, H.: **Costs of the model department „General Milk Treatment“**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 42 (3) 429–533 (1990)

### 29 Cost accounting (general milk treatment)

The costs of „General Milk Treatment“ are determined using modifications of model calculations for the operating room made 15 years ago, which have been extended and adapted to the latest technological developments. Further methodical developments generally applicable to all model departments have also been considered in the calculations.

In 5 subdivisions (raw milk reception, operating room, milk storage, central chemical cleaning, central control) 3 technologically different groups of products (milk for processing, store milk, cream) have been manufactured and analysed for the costs incurred by them.

To determine the costs incurred 6 models were formed whose capacities in milk processing are ranging between 1x15.000 and 6x35.000 kg/h. As a function of the capacity utilization rate costs for processing quantities/year between a good 20–1.600 million kg can be determined.

According to the given capacities technical preconditions have to be established for the individual subdivisions, the technical layout being adjusted to a lower capacity utilization rate (1-shift operation). Here an optimization calculation for determining the size of the raw milk storeroom has been made for the first time.

The necessary investments for the basic model are 4.7 million DM in model 1 and 18.5 million DM in model 6. Related to the respective output specific investments are required which are considerably decreasing with increasing model size.

Product-specific investments and consumption of quantity factors give the direct costs for the products cream and store milk which are subjected to a pronounced quantity depression because both products are burdened with high inflexible expenses. According to model size and capacity utilization rate the costs for store milk are between 0.23–3.12 pfennigs/kg, whilst the costs incurred by cream are reaching 0.47–5.28 pfennigs/kg.

Due to the not existing product-specific investments the production of milk for processing causes only uniform proportional costs of 0.07 pfennigs/kg.

Total costs of „General Milk Treatment“ which are made up of the direct costs of the products and those of the department are 0.51–4.47 pfennigs/kg departmental output. For given processing quantities the models 1–3 cause the same costs, whilst with increasing model size the smaller models respectively cause lower costs at a given output. Fixed-asset costs have the greatest share in total costs (36–74%). Only in models 4, 5 and 6 at capacity utilization rates of more than 80% they are exceeded by energy and supplies costs (16–47%), whilst raw material and personnel costs are in all models only of minor importance compared with the aforementioned categories of cost.

Considering total costs as incurred by the individual subdivisions the highest costs were established for raw milk reception: in the case of a 50% capacity utilization they accounted, e.g. in model 1, for 35% of the total costs, whilst lowest costs (11%) were established for central chemical cleaning.

The following conclusions can be drawn: since the unit costs for store milk are decreasing with increasing quantity it appears appropriate to concentrate its production in enterprises with several operational facilities in one single plant. Since with increasing output in the „General Milk Treatment“ the unit costs are altogether decreasing processing of as much milk as possible in 1 single plant should be considered. Considering the size of actually existing production departments plants should be basically designed for the manufacture of several production lines. Finally, structural effects can be derived for this branch of industry which can lead, in the long term, to cost savings of 0.3 milliard DM/year.

## Résumé

Neitzke, A., Krell, E., Biniasch, A., Longuet, D., Wietbrauk, H.: **Coûts du département modèle „Traitement Général du Lait“**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 42 (3) 429–533 (1990)

## 29 Calcul des coûts (traitement général du lait)

On détermine les coûts du „Traitement Général du Lait“ en utilisant des modifications de calculs modèles adaptées à l'état présent.

Dans les 5 subdivisions (réception du lait cru, ateliers d'usine, stockage du lait, nettoyage chimique central, contrôle central) on a fabriqué 3 groupes de produits différents du point de vue technologique (lait à transformer, lait à emmagasiner, crème) et analysés par rapport aux coûts occasionnés.

On a formé 6 modèles de capacités dans la transformation du lait entre 1x15.000 et de 6x35.000 kg/h. En fonction du taux de charge on peut déterminer les frais pour les quantités transformées entre au moins 20–1.600 millions kg/an.

Selon les capacités données il faut fixer les conditions techniques pour les subdivisions individuelles, leur réalisation technique étant adaptée à un degré d'utilisation réduit (établissement travaillant sans rotation d'équipes).

Les investissements nécessaires pour le modèle de base sont de 4.7 millions DM pour le modèle 1 et de 18.5 millions DM pour le modèle 6. Par rapport à l'output respectif des investissements spécifiques sont nécessaires qui diminuent considérablement avec une dimension de modèle qui va en grandissant.

Des investissements spécifiques au produit et la consommation des facteurs de quantité donnent les frais directs des produits crème et lait à emmagasiner qui sont soumis à une forte dégression de quantité parce que les deux produits sont chargés de frais fixes élevés. Selon les dimensions du modèle et le taux de charge le lait à emmagasiner occasionne des frais entre 0.23–3.12 pfennigs/kg; les frais pour la crème sont de 0.47–5.28 pfennigs/kg. A cause de l'absence d'investissements spécifiques au produit le lait à transformer n'occasionne que des frais proportionnels uniformes de 0.07 pfennigs/kg.

Les frais totaux du „Traitement Général du Lait“ qui se composent des frais directs des produits et des frais directs du département sont de 0.51–4.47 pfennigs/kg output départemental. Pour des quantités transformées données les modèles 1–3 occasionnent les mêmes frais tandis qu'avec des dimensions de modèle grandissantes les modèles plus petits font, à un output donné, des frais plus favorables. Les frais de premier établissement constituent la part la plus importante des frais totaux. Seulement dans les modèles 4, 5 et 6 à des taux de charge de plus de 80% les frais d'énergie et des produits d'entretien les dépassent, tandis que les frais de matières premières et de personnel n'ont que peu d'importance dans tous les modèles.

En considérant les frais totaux par rapport aux subdivisions où ils se forment, la réception du lait cru cause les frais les plus élevés: à un taux de charge de 50% ils se montent à 35% des frais totaux par exemple dans le modèle 1, tandis que le nettoyage chimique central cause les frais les plus bas (11%).

On tire les conclusions suivantes: comme les frais unitaires de production du lait à emmagasiner diminuent avec des quantités augmentantes il semble approprié de concentrer sa production dans des entreprises avec plusieurs sections d'établissement sur un seul centre producteur. Comme les frais unitaires de production diminuent avec des quantités de production augmentantes dans le „Traitement Général du Lait“ on devrait transformer des quantités de lait aussi élevées que possible dans un seul centre producteur. En considérant les dimensions des sections de fabrication actuelles on recommande de dimensionner en principe les centres producteurs de façon que la fabrication de plusieurs „product lines“ est possible. Finalement on peut dériver des effets structurels pour ce secteur d'industrie qui peuvent, à long terme, aboutir à des économies de 0.3 milliards DM/an.